

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE DOUTORADO EM AGROECOLOGIA

ALMERINDA AMÉLIA RODRIGUES ARAÚJO

**LEVANTAMENTO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM
ÁREA DE CERRADO E BIOECOLOGIA DE *Anastrepha alveata* Stone**

SÃO LUÍS - MA

2018

ALMERINDA AMÉLIA RODRIGUES ARAÚJO

Bióloga

**LEVANTAMENTO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM
ÁREA DE CERRADO E BIOECOLOGIA DE *Anastrepha alveata* Stone**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia.

Orientador:

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo (UEMA)

Coorientadora:

Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos Lemos (UEMA)

SÃO LUÍS - MA

2018

Araújo, Almerinda Amélia Rodrigues.

Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em área de cerrado e bioecologia de *Anastrepha alveata* Stone. / Almerinda Amélia Rodrigues Araújo. – São Luís, 2018.

76 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo.

1. *Anastrepha* spp. 2. Análise faunística. 3. Flutuação populacional. 4. Ecologia. 5. Biologia. I. Título.

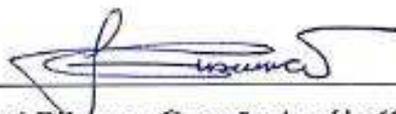
CDU 595.77

ALMERINDA AMÉLIA RODRIGUES ARAÚJO

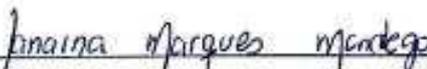
Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia.

Aprovada na defesa em: 28/03/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo (Orientador)



Profa. Dra. Janaina Marques Mondego – UEMA



Profa. Dra. Ester Azevedo do Amaral – UEMA



Profa. Dra. Aldenise Alves Moreira - UESB



Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva - UFPI

SÃO LUÍS - MA

2018

Ao Senhor Deus, que grandes coisas tem feito por mim,
Reconhecimento, gratidão e adoração.

Ao meu pai Raimundo Araújo (*in memoriam*), pelo desejo e esforço em favor da nossa vitória.
Agradeço e dedico.

À minha família,
Reconhecimento e gratidão pelo apoio sempre presente.

Aos filhos amados, Manassés e Efrain,
razão da minha vida,
Ofereço.

“Eu sou aquela mulher a quem o tempo muito ensinou,

Ensinou a amar a vida, não desistir da luta.

Recomeçar na derrota.

Renunciar a palavras e pensamentos negativos.

Acreditar nos valores humanos.

Ser otimista.”

(Cora Coralina)

Agradecimentos

À Deus, minha força e fortaleza, que me deu sabedoria e disposição para realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo, pela orientação e presteza em nos atender sempre que necessário e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação.

À Profa. Dra. Raimunda Nonata Lemos, que além de orientadora, uma grande amiga, sempre presente, exemplo de compreensão e dedicação.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva, muito mais que orientador, um grande amigo, um irmão, a pessoa que me incentivou, apoiou e não mediu esforços para que eu chegasse até aqui.

À SEDUC - Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Piauí pela concessão de afastamento e aporte financeiro durante o curso de Pós-Graduação.

À UEMA - Universidade Estadual do Maranhão, pela oportunidade de realização dos estudos de Pós-Graduação.

À UFPI - Universidade Federal do Piauí, pelo apoio logístico das viagens de coletas e espaço físico para a execução da pesquisa.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGAA - UEMA), pela atenção e ensinamentos transmitidos.

À secretária do PPGAA - UEMA, Rayanne Cristine C. E. Ferreira, pela competência no desempenho de sua função e atenção com que sempre nos atendeu.

Ao Diretor do Centro de Ciências Agrárias (UFPI), Prof. Dr. Willams Costa Neves, pela solicitude em autorizar as viagens e viabilizar o cronograma das coletas de campo.

Ao Chefe do Departamento de Fitotecnia, Prof. Dr. Francisco de Alcântara Neto, sempre atencioso no atendimento às petições referentes ao bom andamento desta pesquisa.

À Dra. Maylen Pacheco Gomez da Biofábrica Moscamed pela gentileza e doação de proteína hidrolisada (Biones) e a Dra. Virgínia de Sousa Pereira que prontamente intermediou e cuidou para que o material chegasse até nós.

Ao secretário do CCA - UFPI, Celso Freitas pela gentileza e atenção no atendimento.

Às grandes amigas e companheiras, Céalia Cristine, presente de Deus na minha vida e exemplo de bondade, que tem sido meu porto seguro em São Luís, que com carinho me acolheu e juntas enfrentamos os desafios do curso. Elizangela, uma benção de Deus, companheira de estudo e de todas as horas, fazendo com que as dificuldades se tornassem fáceis e resolvidas.

Aos colegas e amigos do curso: Ivaneide, Denise, Stéfanny, Larissa, Alíria, Giselle, Albéryca, Fernanda, Jhonatan, Alex, Leonardo, Keneson, Ernesto, Vinícius, Ronildson, Diogo e Raimundo, pela amizade, boa convivência e solidariedade.

Ao proprietário do Sítio das Palmeiras, Lízio Laguna Soares, grande amigo e colaborador no andamento desta pesquisa, admirável pela fonte de conhecimentos.

À Profa. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato, Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, câmpus Janaúba, pela boa amizade e atenção com que nos recebeu e orientou na criação de *Anastrepha*, agradecimento que estendo também à sua equipe.

Ao agrimensor Macron Soares Cordeiro, o amigo “Patrão”, pelo trabalho realizado de georreferenciamento das armadilhas e pelas vezes que nos acompanhou nas coletas.

À Profa. Dra. Solange Maria França, com seu sotaque pernambucano nos cativou, grande amiga, companheira e colaboradora nos trabalhos, a quem admiro muito.

Ao bom amigo, Prof. Dr. Douglas Barbosa pela solicitude em nos auxiliar sempre.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - UFPI, Jayara, Carlos, Neto, Paulo, Rodrigo, Cláudio, Nayara, Emanoela, Ozael, Maurício e Silvestre pela boa convivência no laboratório e apoio mútuo.

À equipe do Laboratório de Fitossanidade, Prof. Dr. Maruzanete Melo, doutoranda Gerusa, mestranda Raquel, e a boa amiga, técnica do laboratório Antonia, pela boa amizade e gentileza em sempre nos atender e auxiliar.

Aos bolsistas e estagiários do laboratório de Entomologia - UFPI, Elton, George e André, em nos auxiliar nos trabalhos de coletas e laboratório, uma reconhecida contribuição para o bom andamento desta pesquisa, como também aos demais monitores e estagiários cuja contribuição foi muito oportuna, Karol, Letícia, Alana, Igda.

Ao nosso cuidadoso condutor das viagens, Celso Lopes da Costa, que não somente nos transportava em segurança, mas também foi um prestativo colaborador nas coletas de campo.

Ao casal de moradores do sítio das Palmeiras, José Welton e Mêrces, pela calorosa acolhida e amizade.

Aos amados filhos, Manassés, Efrain e noras, Lucileide e Karolynne, pelo amor, carinho e cuidado com que me cercam diariamente e fazem a vida valer a pena, e ainda o tesouro de amor que me presentearam, Benjamin, Israel, Emanuel e Amahlia, que adoçam de ternura meus dias.

Aos amados familiares, minha mãe Selene, meus irmãos, Heli, Jessé, Carvalho, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas pelo carinho e apoio sempre presentes.

À boa amiga, Profa. Ana Paula, também bióloga, grande incentivadora, a quem devemos muito de nossa vida acadêmica.

À todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, nossa gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO	19
1 Moscas-das-frutas – Gênero <i>Anastrepha</i> Schiner	20
2 Caracterização de <i>Anastrepha alveata</i>.....	22
2.1 Aspectos bioecológicos de <i>A. alveata</i>.....	22
2.2 Relação taxonômica de <i>A. alveata</i> com o grupo <i>spatulata</i>	23
2.3 Hospedeiro de <i>A. alveata</i>	24
3 Diversidade de moscas-das-frutas em áreas de vegetação nativa.....	25
4 Análise faunística de moscas-das-frutas	26
5 Flutuação populacional de moscas-das-frutas.....	27
6 REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO 2 – <i>Anastrepha</i> spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM AMEIXEIRA SILVESTRE <i>Ximenia americana</i> E OUTRAS FRUTÍFERAS EM ÁREA DE CERRADO	34
Resumo	35
Abstract.....	35
Introdução	36
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão	40
Conclusão.....	49
Agradecimentos	49
Referências	49
CAPÍTULO 3 – BIOECOLOGIA DE <i>Anastrepha alveata</i> Stone (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ASSOCIADA A AMEIXEIRA SILVESTRE <i>Ximenia americana</i> L. (OLACACEAE).....	54
Resumo	55
Abstract.....	55

Introdução	56
Material e Métodos.....	57
Resultados e Discussão	59
Agradecimentos	64
Referências	65
APÊNDICES	67
Apêndice A – Quadros demonstrativos de levantamentos de dados da pesquisa, referentes ao capítulo 2.....	68
Apêndice B – Tabela demonstrativa de dados da pesquisa, referente ao capítulo 3	71
Apêndice C – Figuras ilustrativas do desenvolvimento da pesquisa, referentes aos capítulos 2 e 3.....	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Flutuação populacional de fêmeas e machos de *Anastrepha* sob condições climáticas de precipitação pluviométrica total (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) (A) e das espécies *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua* e *A. zenildae* (B), capturadas em armadilhas McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, em área de cerrado, no Sítio das Palmeiras, São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017)..... 47

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Período em dias para o desenvolvimento do estágio pupal de *Anastrepha alveata* em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C e UR $70 \pm 5\%$) 60

Figura 2 - Horário do pico de emergência para *Anastrepha alveata* em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C e UR $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas). 61

APÊDICE C

Figura 1 – Localização do município de São Pedro do Piauí, PI (AGUIAR, 2004) (A); Vista área da área de coletas e localização georreferenciadas das armadilhas McPhail instaladas em plantas de ameixeira silvestre *Ximenia americana*, Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí (GOOGLE EARTH) (B). 72

Figura 2 - Gaiola de acrílico para criação de *Anastrepha alveata* (A); Dimensões da gaiola (B) 72

Figura 3 - Ameixeira silvestre *Ximenia americana*: Floração (A); Botões florais (B); Frutificação (C); Bandejas com frutos coletados (D) 73

Figura 4 - Armadilhas McPhail em planta de *Ximenia americana* (A); Atrativo alimentar a base de proteína hidrolisada de milho (B); Bandeja com material capturado nas armadilhas para triagem (C) 73

Figura 5 - Experimentos para obtenção de adultos de *Anastrepha alveata* criados em frutos de *Ximenia americana*: amostragens com frutos agrupados e individualizados (A e B); Pupários acondicionados para emergência de adultos (C); Pupários individualizados para determinação período de pupa (D) 74

Figura 6 - Estágios de desenvolvimento de *Anastrepha alveata*: ovos (A); Larvas (B); Pupas (C) 74

Figura 7 - Criação de *Anastrepha alveata*: modelos de gaiolas de criação (A); Criação para observação de acasalamento e longevidade (B e C); Tratamentos M1 (1 macho e 1 fêmea) e M2 (2 machos e 1 fêmea) (D)..... 75

Figura 8 - Adultos de *Anastrepha alveata*: fêmea (A); Macho (B); Macho com protrusão das glândulas pleurais abdominais (C); Fêmea com arrasto do ovipositor (D); Comportamento de corte do macho (E); Casais em cópula (F). 76

LISTA DE QUADROS

APÊNDICE A

Quadro 1 - Pontos de localização georreferenciados das armadilhas McPhail distribuídas na área, no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017) 68

Quadro 2 - Espécies de plantas amostradas em coletas realizadas no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a set./2017) 70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Espécies e número de adultos de *Anastrepha* coletados através armadilhas McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017) 41

Tabela 2 - Índices de infestação de *Anastrepha* spp. obtidos em frutos de *Ximenia americana*, *Spondias purpurea* e *Spondias* sp., coletados no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a fev./2017) 42

Tabela 3 - Índice de infestação (%) e intensidade de infestação (I.I.) de *Anastrepha alveata* em frutos de *Ximenia americana* coletados no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov.-dez./2015, out.-nov./2016) 43

Tabela 4 - Frequência, dominância e constância das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, em área de cerrado, no Sítio das Palmeiras, São Pedro do Piauí, PI (nov.-dez./2014 a dez./2017) 44

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Coletas de frutos de *Ximenia americana* para obtenção de espécimes de *Anastrepha alveata*, no período de frutificação (nov.-dez./2015 e out.-dez./2016), no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI 60

Tabela 2 - Tempo de acasalamento (minutos), fecundidade (número de ovos) e longevidade (dias) das fêmeas de *Anastrepha alveata* quando mantida com um ou dois machos/fêmea, em condições controladas (temperatura 27 ± 2 °C, UR 70 ± 5 % e fotoperíodo de 12 horas) 63

APÊNDICE C

Tabela 1 - Idade em dias da maturidade sexual de *Anastrepha alveata*, observada no tratamento M2, determinada a partir da data de emergência (16-12-2016), em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C, UR 70 ± 5 % e fotoperíodo de 12 horas)..... 71

RESUMO

O objetivo com este trabalho, foi estudar a infestação de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em frutíferas diversas e de *Anastrepha alveata* em ameixeira silvestre *Ximenia americana* (Olacaceae), descrever através de análise faunística a composição específica da comunidade de moscas-das-frutas e analisar a flutuação populacional, em uma área de cerrado, além disso, caracterizar aspectos biológicos e comportamentais de *A. alveata* em ameixeira silvestre. Para isso foram realizadas coletas sistemáticas de frutos de ameixeira silvestre e de outras espécies botânicas e em armadilhas modelo McPhail contendo, como atrativo, proteína hidrolisada a 5%, no período de nov./2014 a dez./2017, no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI. Duas espécies de *Anastrepha* foram detectadas infestando frutos: *A. alveata* que apresentou índices de infestação na ameixeira silvestre de 144,2 pupários/kg, 216,1 pupário/kg e 321,6 pupários/kg nos anos 2014, 2015 e 2016; e *A. obliqua* em ceriguela *Spondias purpurea* com infestação de 146,1 pupários/kg e 479,2 pupários/kg nos anos de 2016-2017, e em umbu-cajá *Spondias* sp. com 607,3 pupários/kg somente em 2017. As espécies de *Anastrepha* constituintes da comunidade foram: *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua*, *A. zenildae*, *A. sororcula*, *A. fraterculus* e *Anastrepha* sp., as duas primeiras foram predominantes, *A. obliqua* e *A. zenildae* dominantes e acessórias e as demais foram acidentais. Quanto a flutuação populacional, para *A. alveata* foi observada praticamente na frutificação da ameixeira silvestre, de outubro a dezembro, *A. ethalea* entre março a outubro, *A. obliqua* de novembro a março e *A. zenildae* em maio e junho. Com os adultos obtidos de frutos da ameixeira silvestre foi desenvolvida uma criação de *A. alveata*, em condições de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C, UR $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 h), no período de nov./2015 a out./2017. Foram selecionados 150 adultos (60 fêmeas e 90 machos) para determinação da maturidade, horário e tempo de cópula, número de cópulas e fecundidade. A maturidade sexual para *A. alveata* foi de 5-7 dias da emergência para os machos e para as fêmeas de 8-13 dias e o ritmo de acasalamento é crepuscular/noturno. Fêmeas de *A. alveata* não acasalam com mais de um macho, mas copulam mais de uma vez. O período médio de pupa para *A. alveata* é de 17,5 dias e existem dois picos preferenciais para emergência do adulto, às 10:00 horas e às 15:00 horas. A longevidade em *A. alveata* é superior a 300 dias de idade e sobrevive sem diapausa à frutificação do ano seguinte da ameixeira silvestre. Portanto *Anastrepha alveata* é uma espécie univoltina de hábito alimentar estritamente monófago associada ao hospedeiro ameixeira silvestre *Ximenia americana*.

Palavras-chave: *Anastrepha* spp. Análise faunística. Flutuação populacional. Ecologia. Biologia.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the infestation of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in several fruit trees and of *Anastrepha alveata* in wild plum *Ximenia americana* (Olacaceae), to describe, through faunistic analysis the specific composition of the community of fruit flies and analyze the population fluctuation in an area of cerrado, in addition, characterize biological and behavioral aspects of *A. alveata* in wild plum. To this were carried out systematic collections of wild plum tree and other botanical species and traps McPhail model supplied with attractive feed on hydrolysed protein to 5%, in the period of Nov./2014 the Dec./2017, in Sitio das Palmeiras, municipality of Sao Pedro do Piaui, PI. *Anastrepha alveata* presented high infestation in the wild plum, 144.2 kg/puparia, 216.1 kg/puparia and 321.6 kg/puparia for 2014, 2015 and 2016 years. Were also high rates of infestation of *A. obliqua* in red mombin *Spondias purpurea* 146.1 puparia/kg and 479.2 puparia/kg in the years 2016-2017, and in umbu-hog plum *Spondias* sp. was 607.3 puparia/kg only in 2017. The species of fruit flies community constituents were: *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua*, *A. zenildae*, *A. sororcula*, *A. fraterculus* and *Anastrepha* sp., the first two were predominant, *A. obliqua* and *A. zenildae* the dominant and accessory and the rest were accidental. The population fluctuation of *A. ethalea* took place between March to October and *A. alveata* in population presented peaks in the fruiting of wild plum from October to December and *A. obliqua* in fruiting of red mombin and umbu-hog plum from January to February. With adults obtained from fruits of wild plum, was developed a creating *A. alveata*, under controlled conditions of laboratory (27 ± 2 °C temperature, $70 \pm 5\%$ RH, photoperiod 12:00), during the period Nov./2015 the Oct./2017. One hundred and fifty adults (60 females and 90 males) were selected to determine maturity, schedule and time of copulation, number of copulations and fecundity. The sexual maturity for *A. alveata* was 5-7 days of emergence for males and for females of 8-13 days and the rhythm of mating is crepuscular/nocturnal. Females of *A. alveata* not mating with more than one male, but mate more than once. The mean pupal period for *A. alveata* is 17.5 days and there are two preferred peaks for adult emergence at 10:00 a.m. and 3:00 p.m. The longevity in *A. alveata* is greater than 300 days of age and survives without diapause to fruiting of the next year of the wild plum. The longevity in *A. alveata* is greater than 300 days of age and survives in bioecological activities at the fruiting of the next year of the wild plum. So *A. alveata* is a univoltine species of strictly monophagous food habit associated with the host wild plum *Ximenia americana*.

Key words: *Anastrepha* spp. Faunistic analysis. Population fluctuation. Ecology, Biology.

INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura brasileira é uma das mais diversificadas do mundo com produção anual de aproximadamente 44 milhões de toneladas, superada apenas pela China e Índia. Apesar disso, o Brasil ocupa a 23ª posição como exportador de frutas, ultrapassado pelo Chile e Peru, na América do Sul, em decorrência da redução de acesso ao mercado externo. Isso se deve principalmente pelos embargos fitossanitários devido a pragas de frutas, em especial quando a praga é de relevância quarentenária para os mercados de destino, como é o caso de diversas espécies de Tephritidae. Neste contexto, medidas estão sendo adotadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para reestruturar o sistema de defesa fitossanitário, redução de perdas e desperdícios, atualmente na faixa de 40% da produção nacional e tornar a fruticultura brasileira padrão de referência em qualidade e competitividade (PNDF, 2018).

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são responsáveis por danos consideráveis causados à fruticultura em consequência das injúrias provocadas através da perfuração do fruto para oviposição e por seu desenvolvimento larval no interior dos frutos, pela diversidade de espécies e seu polifagismo. Devido esses aspectos, representam um dos principais entraves ao comércio internacional de frutas *in natura*.

O gênero *Anastrepha* Schiner é o mais diversificado de moscas-das-frutas nos trópicos e subtrópicos americanos com mais de 250 espécies descritas (NORRBOM; KORYTKOWSKI, 2011; NORRBOM et al., 2014). No Brasil, *Anastrepha* é representado atualmente por 120 espécies registradas (ZUCCHI, 2008).

A espécie *Anastrepha alveata* Stone é pouco conhecida, no Brasil e em outros países do continente americano, onde tem seu registro de ocorrência, em razão da maioria dos casos ter sido obtida apenas através de armadilhas (ARAUJO et al., 2000; MARTINS; URAMOTO; MALAVASI, 2000; ALVARENGA et al., 2010; HOLANDA, 2012; ORDANO et al., 2013), embora tenha sido associada ao hospedeiro *Ximenia americana* L. (Olacaceae) no México (PIEDRA; ZUÑIGA; ALUJA, 1993; SIVINSKI; ALUJA; LOPEZ, 1997; ALUJA et al., 2014). Após um século de estudos e levantamentos de moscas-das-frutas no Brasil, somente há pouco tempo o hospedeiro de *A. alveata* foi registrado, a ameixeira silvestre *X. Americana*. Esse comportamento indica a possibilidade dessa espécie ser de hábito alimentar monófago (ARAÚJO, 2011; ARAÚJO et al., 2014).

Em todo mundo, o interesse no estudo de moscas-das-frutas está mais voltado para as áreas agrícolas devido sua importância econômica, entretanto, em áreas nativas os estudos ainda

são escassos (RAGHU et al., 2000). Segundo Aluja et al. (2003), muitas das informações para se compreender a biologia, ecologia e evolução das espécies de moscas-das-frutas, são resultados adquiridos de estudos realizados em áreas nativas preservadas. Nesse contexto, considerando a diversidade do gênero *Anastrepha* e o número de novas espécies que estão sendo descritas, Aluja (1994; 1999) propõe que os futuros estudos sejam baseados em uma combinação de diversos princípios, dentre os quais ressalta-se o aprofundamento no conhecimento da biologia, ecologia e comportamento da diversidade de espécies não praga em seu ambiente natural.

Portanto, o objetivo com este trabalho, foi estudar a infestação de espécies de *Anastrepha* em frutíferas diversas e de *A. alveata* em ameixeira silvestre *Ximenia americana*, descrever através de análise faunística a composição específica da comunidade de moscas-das-frutas e analisar a flutuação populacional, em uma área de cerrado, além disso, caracterizar aspectos biológicos e comportamentais de *A. alveata* em ameixeira silvestre.

REFERÊNCIAS

- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, n. 1, p. 155-178, 1994.
- ALUJA, M. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) research in Latina America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 565-594, 1999.
- ALUJA, M.; RULL, J.; SIVINSKI, J.; FLEISCHER, F.; NORRBOM, A. L.; WHARTON, R. A.; LOPEZ, M.; ORDONEZ, R. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, México. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 6, p. 1377-1385, 2003.
- ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; VAN DRIESCHE, R.; ANZURES-DADDA, A.; GUILLÉN, L. Pest management through tropical tree conservation. **Biodiversity and conservation**, London, v. 23, n. 4, p. 831-853, 2014.
- ARAÚJO, A.A.R. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em frutíferas nativas no estado do Piauí, Brasil**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. [2011].

ARAÚJO, A.A.R.; SILVA, P. R.R.; QUERINO, R.B.; SILVA, E.P.S; SOARES, L.L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1739-1750, 2014.

ARAÚJO, E.L.; LIMA, F.A.; ZUCCHI, R.A. Rio Grande do Norte. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 223-226.

ALVARENGA, C.D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.S.; LOPES, E.N.; NOVAIS LOPES, G.N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 25-31, 2010.

HOLANDA, M.J.A. **Diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Caxias e no Parque Estadual do Mirador, Maranhão, Brasil**. 2012. 84 f. Dissertação (Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. [2012].

MARTINS, D.S.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Espírito Santo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 253-258.

NORRBOM, A.L.; CASTILLO-MEZA, A.L.; GARCÍA-CHÁVEZ, J.H.; ALUJA, M.; RULL, J. A new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from *Euphorbia tehuacana* (Euphorbiaceae) in Mexico. *Zootaxa - Magnolia Press*, Auckland, v. 3780, n. 3, p. 567- 576, 2014.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa - Magnolia Press*, Auckland, v. 2740, p. 1-23. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Allen_Norrbom/publication/228835154/. Acesso em 03 jan. 2017.

ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J.; LASA, R.; ALUJA, M. Temporal dynamics of diversity in a tropical fruit fly (Tephritidae) ensemble and their implications on pest management and biodiversity conservation. **Biodiversity and conservation**, London, v. 22, n. 6, p. 1557-1575, 2013.

PIEDRA, E.; ZUÑIGA, A.; ALUJA, M. New host plant and parasitoid record in Mexico for *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 95, n.1, p. 127, 1993.

PNDF - Plano Nacional de Desenvolvimento da fruticultura, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-lanca-plano-de-fruticultura-em-parceria-com-o-setor-privado/PlanoNacionaldeDesenvolvimentodaFruticulturaMapa.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2018.

RAGHU, S; CLARKE, A.R; DREW, R.A.I; HULSMAN, K. Impact of habitat modification on the distribution and abundance of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southeast Queensland. 2000. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FPL00011994>. Acesso em: 15 fev. 2017.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. **Annals of the Entomological Society American**, College Park, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

ZUCCHI, R.A. 2008. **Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.** Disponível em: [www: lea.esalq.usp.br/anastrepha/](http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/). Acesso em: 10 Abr. 2017.

REFERENCIAL TEÓRICO

REFERENCIAL TEÓRICO

1 Moscas-das-frutas – Gênero *Anastrepha* Schiner

Moscas-das-frutas é um termo genérico que se refere às moscas que compõem a família Tephritidae. Segundo Zucchi (2000), são assim consideradas em razão do mecanismo exclusivo de oviposição e desenvolvimento larval no interior do fruto. Representam a mais importante praga da fruticultura mundial, devido aos danos econômicos que causam à produção, aos elevados custos para seu controle e por representarem o maior obstáculo ao comércio internacional de frutas *in natura*.

A maioria dos tefritídeos de importância econômica pertence aos gêneros, *Anastrepha* Schiner, *Ceratitis* Macleay, *Bactrocera* Macquart, *Dacus* Fabricius, *Rhagoletis* Loew e *Toxotrypana* Gerstaecker (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). No Brasil, as espécies de importância econômica integram quatro desses gêneros, *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000). Entre os tefritídeos, as espécies praga representam uma minoria, mais especificamente menos de 1% das mais de 4 200 espécies descritas, no caso de *Anastrepha* spp., apenas 3,5% são realmente economicamente importantes (ALUJA, 1999).

O gênero *Anastrepha* é o mais diversificado de moscas-das-frutas nos trópicos e subtropicais americanos com mais de 250 espécies descritas (NORRBOM; KORYTKOWSKI, 2011; NORRBOM et al., 2014). Segundo Malavasi, Zucchi e Sugayama (2000), as espécies de *Anastrepha* são originárias do continente americano e nenhuma espécie é considerada invasora, uma vez que estão estabelecidas dentro de sua provável área de origem, portanto endêmicas. Estão distribuídas por uma faixa entre as latitudes 35° N a 35° S, em uma diversidade de ambientes, desde o nível do mar até altitudes de mais de 3.000 m, de áreas de alta pluviosidade até áreas desérticas. A maioria das espécies de *Anastrepha* distribui-se pela região Neotropical e algumas espécies ocorrem no sul da região Neártica. O gênero está estabelecido no sul dos EUA, México, América Central e em toda América do Sul, exceto no Chile, onde ocorre esporadicamente ao norte do deserto do Atacama na fronteira com o Peru. Anteriormente, Hernández-Ortiz e Aluja (1993), haviam verificado que somente 3,3% das espécies de *Anastrepha* têm ampla distribuição geográfica em áreas florestais da região Neotropical.

O gênero *Anastrepha* foi criado por Schiner em 1868, tendo como espécie-tipo *Dacus serpentinus* Wiedmann, 1830 por designação original. A identificação segura das espécies de *Anastrepha*, com poucas exceções, tem por base a fêmea, uma vez que o ápice do acúleo (ovipositor) é o principal caráter diagnóstico (STEYSKAL, 1977; ZUCCHI, 1978; ZUCCHI, 2000; ZUCCHI; URAMOTO; SOUZA-FILHO, 2011). Norrbom, Zucchi e Hernández-Ortiz

(1999) após revisão dos estudos sobre os agrupamentos das espécies de *Anastrepha*, com base principalmente na morfologia de adultos, sugeriram um arranjo no qual 166 espécies foram divididas em 18 grupos (benjamini, cryptostrepha, daciformis, dentata, doryphoros, fraterculus, grandis, leptozona, mucronota, pseudoparallela, punctata, ramosa, robusta, schausi, serpentina, spatulata e striata), restando 32 espécies que não se enquadraram em nenhum grupo.

De acordo com Sugayama e Malavasi (2000), a Ecologia Comportamental estuda o valor do comportamento para a sobrevivência e a reprodução do indivíduo em um contexto ecológico. Assim, os insetos apresentam uma ampla gama de comportamentos que podem ser estereotipados (fixos) ou variáveis, dependendo da estratégia do ciclo de vida da espécie. No caso dos tefritídeos, os mesmos são agrupados em duas categorias com base em características ecológicas e fisiológicas: (i) espécies univoltinas com apenas uma geração anual e diapausa, próprias de regiões com clima temperado (e. g., *Rhagoletis* spp.); e (ii) espécies multivoltinas com mais de uma geração anual e sem diapausa (e. g., *Dacus* spp. e *Anastrepha* spp.), encontradas nas regiões com clima subtropical e tropical (BATEMAN, 1972).

Segundo Raghu et al. (2000), as moscas-das-frutas têm sido estudadas intensivamente em todo o mundo, sobretudo em áreas agrícolas, no entanto, em áreas preservadas os estudos são raros. Entretanto, nas últimas décadas os estudos têm se avolumado sobre as associações de *Anastrepha* spp. com suas plantas hospedeiras nativas (ALUJA et al., 1999). Isso é proveitoso, pois grande parte das informações para se compreender a biologia, ecologia e evolução das moscas-das-frutas são obtidas em estudos realizados em áreas com vegetação nativa (ALUJA et al., 2003).

Estudos sobre biologia e ecologia estão restritos a poucas espécies, das quais figura o gênero *Anastrepha* com sete espécies consideradas de relevância econômica, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann), *A. striata* Schiner, *A. grandis* (Macquart), *A. ludens* (Loew) e *A. suspensa* (Loew) (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). Contudo há pouca ou nenhuma informação sobre as espécies, até então, consideradas sem importância econômica (ALUJA, 1999). Segundo Selivon (2000), as espécies de interesse econômico, mais estudadas das regiões tropicais e subtropicais são em sua maioria oligófagas/polífagas. Entretanto, existe um grande número de espécies nessas regiões que são especializadas na utilização de determinados recursos (frutos, sementes, botões florais etc) durante o estágio larval e que pouco se tem conhecimento.

Em uma revisão sobre o comportamento de *Anastrepha* spp., Aluja et al. (1999), fornecem informações relevantes sobre sua biologia e história natural, descrevendo a respeito de movimentos triviais, alimentação, oviposição, acasalamento e busca de abrigo e descanso.

Esses autores verificaram em *Anastrepha*, que as espécies monófagas e univoltinas, os adultos sobrevivem por longos períodos para lidar com a alta variabilidade ambiental, que por sua vez, determina o cronograma de produção de frutos de seus hospedeiros. Por outro lado, as espécies polífagas são multivoltinas e exploram uma série de espécies hospedeiras que aparecem de forma sucessiva durante a maior parte do ano. Portanto, adultos de espécies multivoltinas não precisam sobreviver por muito tempo. Já as espécies univoltinas devem sobreviver por mais tempo, cujos hospedeiros estão disponíveis apenas uma vez por ano, durante algumas semanas. Esse comportamento foi observado em um macho de *Anastrepha alveata* Stone, espécie monófaga, mantido em condições de laboratório, sendo a longevidade máxima registrada de 431 dias. Para os autores supracitados, a diapausa seria uma estratégia de vida, permitindo essas moscas sobreviverem a períodos em que os frutos hospedeiros ficam escassos ou indisponíveis. Mas curiosamente, nunca foi documentado diapausa em espécies de *Anastrepha*. Contudo, segundo Prokopy e Papaj (1999), para muitas espécies de outros gêneros de tefritídeos como *Carpomya*, *Rhagoletis* e *Zonosemata* a diapausa já foi comprovada.

Em um extenso trabalho de revisão sobre levantamento das espécies de *Anastrepha* pelas áreas de sua distribuição geográfica, foi constatado que o Brasil é um dos países que apresenta a maior diversidade e onde esses insetos são mais estudados (ALUJA et al., 1999). Isso é retratado em publicações editadas por Malavasi e Zucchi (2000) e Silva, Lemos e Zucchi, (2011), contendo informações do quanto foram intensificados os levantamentos de moscas-das-frutas em armadilhas e principalmente em amostragens de frutos, dado o interesse em se conhecer a associação das espécies com seus hospedeiros. Entretanto, tem-se conhecimento que em algumas áreas, como no semiárido brasileiro, poucos são os trabalhos de levantamento em armadilhas e as coletas de frutos são esporádicas, o que resulta em pouco conhecimento a respeito de hospedeiros e índices de infestação de moscas-das-frutas (CORSATO, 2004; ALVARENGA et al., 2010).

No Brasil, *Anastrepha* é representado atualmente por 120 espécies registradas, (ZUCCHI, 2008), das quais sete são particularmente importantes do ponto de vista econômico: *A. grandis*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. sororcula* Zucchi, *A. striata* e *A. zenildae* Zucchi (ZUCCHI, 2000).

2 Caracterização de *Anastrepha alveata*

2.1 Aspectos Biológicos de *A. alveata*

A espécie *A. alveata*, descrita por Stone em 1942, tem como hospedeiro a ameixeira silvestre *Ximenia americana* L. (Olacaceae), em Veracruz, no México (PIEDRA; ZUÑIGA;

ALUJA, 1993; SIVINSKI; ALUJA; LOPEZ, 1997; ORDANO et al., 2013; ALUJA et al., 2014) e no Piauí, Brasil (ARAÚJO, 2011; ARAÚJO et al., 2014). Não é muito conhecida no Brasil, visto suas ocorrências estarem relacionadas praticamente a levantamentos através de armadilhas (ARAÚJO et al., 2000; MARTINS; URAMOTO; MALAVASI, 2000; ALVARENGA et al., 2010; HOLANDA, 2012).

Não há informação sobre a biologia de *A. alveata* e pouco se conhece sobre seu comportamento ecológico. Algumas inferências são suposições baseadas em observações de outras espécies intragenéricas (ALUJA et al., 1999). Certos registros em que *A. alveata* aparece, informam que essa espécie não apresenta *status* de praga, mas pode ser um repositório mantenedor de parasitoides de moscas-das-frutas (ALUJA et al., 2014; SIVINSKI et al., 2004).

No que diz respeito ao comportamento de oviposição de *Anastrepha* spp., Aluja et al. (1999) acreditam que o comportamento de marcação do hospedeiro é próprio do gênero e o caracterizam pela deposição de feromônio dissipador de oviposição com o arrasto do acúleo sobre a superfície do fruto após a postura. Apresentam interessantes relatos para as espécies de importância econômica e, declaram a existência de evidências de que também *A. alveata* exibe comportamento de marcação do hospedeiro.

2.2 Relação taxonômica de *A. alveata* com o grupo *spatulata*

Anastrepha alveata que tem *status* de espécie rara (ALUJA et al., 1999), pertence ao grupo *spatulata*. Esse grupo foi originalmente caracterizado por Shaw (1962) tendo como caracteres taxonômicos próprios do grupo, a presença de um ponto negro na parte mediana da sutura escudo-escutelar e ápice do acúleo curto e achatado (em forma de espátula) com numerosos denticulos, sendo este último caráter a principal característica do grupo. (NORRBOM; ZUCCHI; HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1999).

O grupo é composto por 11 espécies: *A. alveata*, *A. alveatoides* Blanchard, *A. distans* Hendel, *A. enkerlini* Hernández-Ortiz, *A. haywardi* Blanchard, *A. interrupta* Stone, *A. manihoti* Lima, *A. montei* Lima, *A. pickeli* Lima, *A. spatulata* Stone e *A. umbrosa* Blanchard (NORRBOM; KIM, 1988; NORRBOM; ZUCCHI; HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1999; SILVA, 2000; ZUCCHI, 2008; BOMFIM et al., 2014). Até então, essas espécies estão associadas a hospedeiros das famílias Euphorbiaceae, Bombaceae e Olacaceae (NORRBOM; ZUCCHI; HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1999; ZUCCHI, 2008).

A distribuição geográfica das espécies do grupo *spatulata* abrange áreas restritas do sul dos EUA (Texas e Flórida), América Latina até a Argentina. No Brasil, estão registradas seis espécies: *A. alveata*, *A. alveatoides*, *A. haywardi*, *A. manihoti*, *A. montei* e *A. pickeli*

(NORRBOM; ZUCCHI; HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1999; ZUCCHI, 2008; BOMFIM et al., 2014).

As espécies do grupo não são consideradas pragas, mas as espécies *A. montei* e *A. pickeli*, geralmente as larvas se desenvolvem em frutos de mandioca *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), principalmente em sementes e embriões e, *A. manihoti* que ataca brotações e caules (SILVA, 2000; NORRBOM, 2017). Embora a mandioca seja mais importante como uma cultura de raízes, o efeito detectado do ataque ao caule por *A. manihoti*, resultou em sérios prejuízos à produção na Colômbia, em consequência do desenvolvimento da podridão bacteriana associada à larva (LOZANO et al., 1983).

2.3 Hospedeiro de *A. alveata*

A maioria dos tefritídeos desenvolve-se em tecidos vivos e as larvas endofíticas alimentam-se de frutos, sementes, galhas, folhas ou caules. As larvas das espécies de *Anastrepha* alimentam-se da polpa ou sementes de frutos, exceto *A. manihoti*, que infesta brotações e caules (NORRBOM, 2017). As moscas-das-frutas infestam muitas famílias de plantas, entretanto, a associação entre uma determinada espécie e o hospedeiro varia amplamente, a maioria restringindo-se a poucas ou mesmo a uma única espécie de planta hospedeira (NORRBOM, 2018). *Anastrepha alveata* é uma dessas espécies que está associada a um hospedeiro, a ameixeira silvestre *X. americana*, com registros apenas no estado de Veracruz, México (PIEDRA; ZUÑIGA; ALUJA, 1993; SIVINSKI; ALUJA; LOPEZ, 1997; SIVINSKI et al., 2004) e no estado do Piauí, Brasil (ARAÚJO, 2011; ARAÚJO et al., 2014).

A família Olacaceae, na qual a *X. americana* está integrada, é própria das regiões tropicais e subtropicais, composta por 28 gêneros com aproximadamente 200 espécies (MALÉCOT et al., 2004). Os representantes desta família em geral são plantas lenhosas, árvores ou arbustos com espinhos. No Brasil são encontrados aproximadamente 13 gêneros e 60 espécies. Os gêneros com maior número de espécies são *Heisteria*, *Liriosma*, *Ximenia* e *Schoepfia*, mais comuns na Amazônia. Em outras partes do país, destacam-se os gêneros *Ximenia* e *Heisteria* (JOLY, 2002).

O gênero *Ximenia* apresenta diversas espécies como *X. pubescens*, *X. parviflora*, *X. caffra*, *X. americana*, *X. perrieri*, *X. intermedia* e *X. coriacea*. A espécie *X. americana* é cosmopolita com distribuição natural na África, Índia, América Central e América do Sul. No Brasil, *X. americana* aparece de forma espontânea do Pará a Bahia, Minas Gerais e Mato Grosso, apresentando ampla distribuição em diversos ecossistemas florestais (FERNANDEZ; BEZERRA, 1990; SACANDE; VAUTIER, 2006; JOLY, 2002; SILVA et al., 2013).

A espécie *X. Americana* é conhecida por diversos termos populares tais como ameixeira silvestre, ameixa-do-mato, ameixa-brava, ameixeira-do-brasil e outros nomes, conforme a localidade onde tem sua ocorrência. As características botânicas da ameixeira silvestre são descritas como um arbusto de 3-4 metros, podendo chegar aos 6 metros de altura, apresenta espinhos e casca fina, avermelhada ou cinza, lisa ou pouco rugosa, com folhas pequenas, simples, inteiras e flores branco-amareladas, aromáticas, de pétalas recurvadas, dispostas em racemos curtos, axilares ou terminais. Os frutos são uma rica fonte de vitamina C, aromáticos, do tipo drupa subglobosa de 1,5 - 2,0 cm de diâmetro, de cor amarelo-alaranjado, polpa de consistência firme e sabor agridoce, envolvendo uma única amêndoa branca (BRASILEIRO et al., 2008).

A ameixeira silvestre tem referência também como integrante do extrato arbustivo-arbóreo da caatinga (semiárido brasileiro) e figura como uma das principais espécies. No período seco, quando a maioria das espécies da caatinga perde as folhas, essa planta destaca-se por apresentar-se com as folhas totalmente verdes, o que caracteriza uma planta resistente à seca (FERNANDEZ; BEZERRA, 1990). O período de frutificação é muito curto e concentra-se entre novembro a dezembro, após as primeiras chuvas. No Piauí, ocorre também, além do semiárido, em áreas de cerrado.

Em todas as áreas de sua ocorrência, a ameixeira silvestre é muito pesquisada em virtude de suas atividades terapêuticas, com base na medicina popular, em tratar diversas infecções e inflamações, a fim de desenvolver novos fármacos capazes de contribuir no tratamento e cura de enfermidades que acometem o homem (BRASILEIRO et al., 2008; OLABISSI et al., 2011; LE et al., 2012; ALMEIDA et al., 2016).

3 Diversidade de moscas-das-frutas em áreas de vegetação nativa

Os efeitos nocivos do processo de fragmentação dos ambientes tropicais e subtropicais naturais, têm afetado diretamente a diversidade biológica. Segundo Raghu et al. (2000), as moscas-das-frutas são naturalmente endêmicas das florestas tropicais e de fácil captura, e por isso podem ser consideradas um bom indicador para avaliar o impacto da perturbação de diversos habitats florestais. E pelo fato do endemismo de *Anastrepha* spp. em regiões tropicais do continente americano, grande parte das informações para um melhor entendimento da ecologia, biologia e evolução das moscas-das-frutas, podem ser conseguidas através de estudos desenvolvidos em áreas de vegetação nativa (ALUJA et al., 2003).

A distribuição geográfica de *Anastrepha* spp. não possui um padrão discernível, certas espécies (e. g., *A. alveata*, *A. acris*, *A. bicolor*, *A. tripunctata*) parecem estar associadas a

florestas decíduas tropicais com estações secas longas, enquanto outras (e. g., *A. cordata*, *A. crebra*, *A. bahiensis*, *A. tumida*) estão associadas a florestas tropicais úmidas. As espécies de *Anastrepha* normalmente habitam ambientes altamente variáveis (ou seja, sazonais, imprevisíveis ou efêmeros no tempo, e irregulares ou isoladas no espaço) onde vivem em estreita associação com suas plantas hospedeiras (ALUJA, 1994). As espécies generalistas, especialmente as do grupo *fraterculus*, que representam a maioria das espécies-praga, são as mais estudadas, embora a maioria das espécies de *Anastrepha* infesta uma pequena gama de plantas. A especificidade entre certas espécies e plantas hospedeiras é uma característica peculiar de *Anastrepha*, como o grupo *grandis* associado a Cucurbitaceae, o grupo *spatulata* a Euphorbiaceae e Olacaceae, o grupo *pseudoparallela* a Passifloraceae (NORRBOM; ZUCCHI; HÉRNANDEZ-ORTIZ, 1999).

São escassos os registros de plantas hospedeiras nativas, isso porque as coletas têm sido direcionadas para frutos comerciais, dos quais muitos são introduzidos (NORRBOM; KIM, 1988). É portanto, um desafio a busca por remanescentes florestais que favoreçam o estudo das relações tritróficas entre essas moscas, plantas hospedeiras e parasitoides, ritmos e padrões comportamentais de adultos de *Anastrepha* no uso dos recursos, bem como o estudo dos fatores ambientais que regulam suas populações (ALUJA et al., 2003). Assim sendo, ressalta-se a importância das coletas extensivas em áreas nativas, a fim de se registrar os hospedeiros desconhecidos de muitas espécies de *Anastrepha* que estão associadas a espécies de plantas nativas, contribuindo assim para uma melhor compreensão do comportamento e biologia dessas espécies (NORRBOM; KIM, 1988), uma vez que poucas são as informações disponíveis de plantas hospedeiras nativas em ambientes não perturbados (ALUJA, 1994).

4 Análise faunística de moscas-das-frutas

As amostras quantitativas da diversidade de uma comunidade são muito utilizadas em estudos faunísticos, e devem ser analisadas através de modelos matemáticos, mas conforme forem as condições, segundo Silveira Neto (1976), podem ser empregados diversos índices estatísticos não paramétricos.

Em pomares comerciais, estudos revelaram que embora várias espécies de moscas-das-frutas estejam presentes, apenas uma ou duas foram consideradas dominantes. E que a dominância das espécies foi influenciada principalmente por fatores ecológicos, como a abundância, a riqueza de espécies de plantas hospedeiras, complexidade dos pomares, o agroecossistema adjacente e a altitude (ALUJA, 1994). Assim, a análise faunística permite caracterizar uma comunidade através dos índices de riqueza, frequência, dominância,

abundância e constância, além disso, é também utilizada para fazer comparações entre comunidades pelos índices de equitabilidade, diversidade e similaridade, o que permite uma visão de diferentes ecossistemas ou manejos de culturas (SILVEIRA NETO, 1976).

5 Flutuação populacional de moscas-das-frutas

A dinâmica da flutuação populacional de adultos de *Anastrepha* spp. é muito estudada em toda a área de distribuição geográfica das espécies-praga, a fim de aplicar medidas de controle quando o nível de dano econômico se faz necessário. Fatores bióticos e abióticos interferem no nível populacional de moscas-das-frutas e refletem sobre os índices de infestação.

O desempenho do ciclo de vida das moscas-das-frutas e as flutuações populacionais estão relacionados basicamente a duas variáveis: disponibilidade de frutos nas plantas hospedeiras e às condições climáticas (ALUJA, 1994; SALLES, 2000). Nos períodos de maior disponibilidade de frutos hospedeiros é quando ocorrem as maiores infestações de moscas-das-frutas (MALAVASI; MORGANTE, 1981). As variáveis climáticas que mais interferem nas populações de moscas-das-frutas são a temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade (SALLES, 1995). Muitos trabalhos têm revelado que nem sempre essas variáveis apresentam correlações com os níveis populacionais das moscas-das-frutas, e que o fator determinante para as populações de moscas-das-frutas é a disponibilidade de frutos hospedeiros (CORSATO, 2004; RONCHI-TELES; SILVA, 2005; FEITOSA et al., 2008).

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.L.B.; DE SOUZA FREITAS, W.E.; DE MORAIS, P.L.D.; SARMENTO, J.D. A.; ALVES, R.E. Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana* L. **Food Chemistry**, Berlin, v. 192, n. p. 1078-1082, 2016.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, n. 1, p. 155-178, 1994.

ALUJA, M. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) research in Latina America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 565-594, 1999.

ALUJA, M.; PIÑERO, J.; JÁCOME, I.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; SIVINSKI, J. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. (Eds.). **Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 375-406.

ALUJA, M.; RULL, J.; SIVINSKI, J.; FLEISCHER, F.; NORRBOM, A. L.; WHARTON, R. A.; LOPEZ, M.; ORDONEZ, R. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, México. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 6, p. 1377-1385, 2003.

ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; VAN DRIESCHE, R.; ANZURES-DADDA, A.; GUILLÉN, L. Pest management through tropical tree conservation. **Biodiversity and conservation**, London, v. 23, n. 4, p. 831-853, 2014.

ALVARENGA, C.D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.S.; LOPES, E.N.; NOVAIS LOPES, G.N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 25-31, 2010.

ARAÚJO, A.A.R. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em frutíferas nativas no estado do Piauí, Brasil**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. [2011].

ARAÚJO, A.A.R.; SILVA, P. R.R.; QUERINO, R.B.; SILVA, E.P.S; SOARES, L.L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1739-1750, 2014.

ARAUJO, E.L.; LIMA, F.A.; ZUCCHI, R.A. Rio Grande do Norte. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 223-226.

BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Reviews Entomology**, Palo Alto, v. 17, p. 493-518, 1972.

BOMFIM, Z.V.; LIMA, K.M.; SILVA, J.G.; COSTA, M.A.; ZUCCHI, R.A. Morphometric and molecular characterization of *Anastrepha* species in the *spatulata* group (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 107, n. 5, p. 893-901, 2014.

BRASILEIRO, M.T.; EGITO, A.A.; LIMA, J.R.; RANDAU, K.P.; PEREIRA, G.C.; NETO, P.J.R. *Ximenia americana* L.: botânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 2, p. 164-167, 2008.

CORSATO, C.D.A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no Norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitóides e controle biológico.** 2004. 83 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. [2004].

FEITOSA, S.S.; SILVA, P.R.R.; PÁDUA, L.E.M.; CARVALHO, E.M.S., PAZ, J.K.S.; PAIVA, D.R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no Município de José de Freitas, Piauí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2008.

FERNANDEZ, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil.** Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 205p.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; ALUJA, M. Listado del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) com notas sobre su distribución y plantas hospederas. **Folia Entomológica Mexicana**, Xalapa, v. 88, p. 89-105, 1993.

HOLANDA, M.J.A. **Diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Caxias e no Parque Estadual do Mirador, Maranhão, Brasil.** 2012. 84 f. Dissertação (Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. [2012].

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal.** 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

LE, N.H.T.; MALTERUD, K.E.; DIALLO, D.; PAULSEN, B.S.; NERGARD, C.S.; WANGENSTEEN, H. Bioactive polyphenols in *Ximenia americana* and the traditional use among malian healers. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 139, n. 3, p. 858-862, 2012.

LOZANO, J.C.; BELLOTI, A.; REYS, J.A.; HOWELER, R.; LEIHNER, D.; DOLL, J. **Problemas en el cultivo de la yuca.** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. EMBRATER, Serviço de Extensão Rural. Brasília, Ministério da Agricultura, 1983. 208p.

MALÉCOT, V.; NICKRENT, D.L.; BASS, P.; OEVER, L.V.D. A morphological cladistic analysis of Olacaceae. **Systematic Botany**, Kent, v. 29, n. 3, p. 569 e 586, 2004.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S. Adult and larval population fluctuation of *Anastrepha fraterculus* 1 and its relationship to host availability 2. **Environmental Entomology**, College Park, v. 10, n. 3, p. 275-278, 1981.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 327p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 93-98.

MARTINS, D. S.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Espírito Santo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 253-258p.

NORRBOM, A.L. *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/tephriti/Anastrep/Anastrep.htm>> Acesso em: 18 dez. 2017.

NORRBOM, A.L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host plant database. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephHosts/search.html>> Acesso em: 05 jan. 2018.

NORRBOM, A.L.; CASTILLO-MEZA, A.L.; GARCÍA-CHÁVEZ, J.H.; ALUJA, M.; RULL, J. A new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from *Euphorbia tehuacana* (Euphorbiaceae) in Mexico. *Zootaxa* - **Magnolia Press**, Auckland, v. 3780, n. 3, p. 567- 576, 2014.

NORRBOM, A.L.; KIM, K.C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. U. S. Dept. Agric. APHIS-PPQ, 1988. 114p.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* - **Magnolia Press**, Auckland, v. 2740, p. 1-23. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Allen_Norrbom/publication/228835154/> Acesso em: 03 jan 2017.

NORRBOM, A.L.; ZUCCHI, R.A.; HERNÁNDEZ-HORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, In: ALUJA M.; NORRBOM A.L. (Eds.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 299-342.

OLABISSI, O.A.F.; MOUSSA, O.; MOUSTAPHA, O.; EDGARD, Z.F.; MARIUS, L.; PIERRE, G.I. Acute toxicity and anti-inflammatory activity of aqueous ethanol extract of root

bark of *Ximenia americana* L. (Olacaceae). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, Lagos, v. 5, n. 7, p. 806-811, 2011.

ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J.; LASA, R.; ALUJA, M. Temporal dynamics of diversity in a tropical fruit fly (Tephritidae) ensemble and their implications on pest management and biodiversity conservation. **Biodiversity and conservation**, London, v. 22, p. 1557-1575, 2013.

PIEDRA, E.; ZUÑIGA, A.; ALUJA, M. New host plant and parasitoid record in Mexico for *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 95, n.1, p. 127, 1993.

PROKOPY, R.J.; PAPA, D.R. Behavior of Flies of the Genera: *Rhagoletis*, *Zonosemata*, and *Carpomya* (Trypetinae: Carpomyina). In: ALUJA, M.; NORRBOOM, A.L. (Eds.). **Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 219- 252.

RAGHU, S; CLARKE, A.R; DREW, R.A.I; HULSMAN, K. Impact of habitat modification on the distribution and abundance of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southeast Queensland. 2000. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FPL00011994>. Acesso em: 15 fev. 2017.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N.M. da. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 733-741, 2005.

SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995. 54 p.

SALLES, L.A. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 81-86.

SACANDE, M.; VAUTIER, H. *Ximenia americana* L. **Seed Leaflet**, Copenhagen, v. 112, p. 1-2, 2006.

SHAW, J.G. Species of the spatulata group of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence v. 35, n. 4, p. 408-414, 1962.

SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 87-91.

SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 299 p.

SILVA, C.B.; CASTRO, A.A.J.F.; FARIAS, R.R.S.; RAMOS NETO, M.B. Flora lenhosa em fragmentos de floresta estacional semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.F.C.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. (Orgs.). **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**, vol. 2. Curitiba: CRV, 2013. p. 101- 119.

SILVA, J.G. Estudos moleculares. In: MALAVASI, A.; R.A. ZUCCHI (Eds.). **Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 29-39.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 420p.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. **Annals of the Entomological Society America**, College Park, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; PIÑERO, J.; OJEDA, M. Novel analysis of spatial and temporal patterns of resource use in a group of tephritid flies of the genus *Anastrepha*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 3, p. 504-512, 2004.

SUGAYAMA, R.L.; MALAVASI, A. Ecologia comportamental. In: MALAVASI, A.; R.A. ZUCCHI (Eds.). **Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 103-108.

STEYSKAL, G.C. **Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. Washington: The Entomological Society of Washington, 1977. 35p.

ZUCCHI, R.A. **Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner 1868 (Diptera: Tephritidae) assinaladas no Brasil**. 1978. 105 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. [1978].

_____ Taxonomia. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 13-24.

_____ **Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2008. Disponível em WWW: lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 10 Abr. 2017.

ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M.F. Chave ilustrada para espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 71-90.

Artigo escrito de acordo com as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

***Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM AMEIXEIRA SILVESTRE *Ximenia americana* E OUTRAS FRUTÍFERAS EM ÁREA DE CERRADO**

***Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em ameixeira silvestre *Ximenia americana* e outras frutíferas em área de cerrado**

Resumo

Objetivou-se com este trabalho estudar a infestação das espécies de *Anastrepha* em frutíferas diversas e de *A. alveata* em ameixeira silvestre *Ximenia americana* L. (Olacaceae), como também caracterizar a comunidade de moscas-das-frutas em uma área de cerrado, por meio de índices faunísticos e flutuação populacional ao longo de três anos (nov./2014 a dez./2017). Para isso, foram instaladas armadilhas McPhail na área e realizadas coletas de frutos, no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI. Constatou-se alta infestação de *A. alveata* em ameixeira silvestre, 144,2 pupários/kg (0,62 pupários/frutos), 216,1 pupário/kg (0,82 pupários/frutos) e 321,6 pupários/kg (1,2 pupários/frutos) para os anos 2014, 2015 e 2016. Os índices de infestação de *A. obliqua* em ceriguela *Spondias purpurea* foram de 146,1 pupários/kg (1,3 pupários/frutos) em 2016 e 479,2 pupários/kg (4,6 pupários/frutos) em 2017, e em umbu-cajá *Spondias* sp. foi 607,3 pupários/kg (4,4 pupários/frutos) em 2017, ambas anacardiáceas. Em *A. alveata* o índice de infestação (%) e intensidade de infestação (I.I.) analisados em frutos individualizados foram também elevados, 39,5% e 347,9 (I.I.) em 2015 e 81,3% e 617,8 (I.I.) em 2016. As espécies que compõem a comunidade de moscas-das-frutas foram *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua*, *A. zenildae*, *A. sororcula*, *A. fraterculus* e *Anastrepha* sp., as duas primeiras foram predominantes, *A. obliqua* e *A. zenildae* dominantes e acessórias, enquanto que as restantes foram acidentais. A flutuação populacional de *A. ethalea* ocorreu nos meses de março a outubro, enquanto que *A. alveata* apresentou picos populacionais na frutificação da ameixeira silvestre entre outubro a dezembro e *A. obliqua* na frutificação da ceriguela e umbu-cajá de janeiro a fevereiro.

Termos para Indexação: *Anastrepha alveata*, *Anastrepha ethalea*, índice de infestação, intensidade de infestação, análise faunística, flutuação populacional.

***Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in wild plum *Ximenia americana* and other fruit trees in cerrado area**

Abstract

The objective of this work to study the infestation of the species of *Anastrepha* fruit in several and *A. alveata* in wild plum *Ximenia americana* L. (Olacaceae), as well as the community of fruit flies in an area of cerrado, through indexes faunal and population fluctuation over three year (Nov/2014 the Aug/2017). For this, McPhail traps were installed in the area and conducted collections, in Sitio of the Palmeiras, municipality of Sao Pedro of Piaui, PI. It has high

infestation of *A. alveata* in wild plum, 144.2 puparia/kg (0.62 puparia/fruit), 216.1 puparia/kg (0.82 puparia/fruits) and 321.6 puparia/kg (1.2 puparia/fruits) for the years 2014 and 2015, 2016. The infestation indexes *A. obliqua* in red mombin *Spondias purpurea* were of the 146.1 puparia/kg (1.3 puparia/fruit) in 2016 and 479.2 puparia/kg (4.6 puparia/fruit) in 2017, and in hog plum *Spondias* sp. was 607.3 puparia/kg (4.4 puparia/fruits) in 2017, both anacardiaceas. In *A. alveata* the index of infestation (%) and intensity of infestation (I.I.) analyzed in individual fruits were also high, 39.5% and 347.9 (I.I.) in 2015 and 81.3% and 617.8 (I.I.) in 2016. The species that compose the community of fruit flies were *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua*, *A. zenildae*, *A. sororcula*, *A. fraterculus* and *Anastrepha* sp., The first two were predominant, *A. obliqua* and *A. zenildae* were dominant and accessory, while the rest were accidental. The population fluctuation of *A. ethalea* occurred in the months of March to October, while *A. alveata* presented population peaks in the fruiting of the wild plum between October to December and *A. obliqua* in the fruiting of red mombin and hog plum from January to February.

Index Terms: *Anastrepha alveata*, *Anastrepha ethalea*, infestation index, infestation intensity, faunistic analysis, population fluctuation.

Introdução

A fruticultura brasileira é uma das mais diversificadas do mundo e coloca o Brasil na terceira posição do *ranking* dos maiores produtores de frutas, superado apenas pela China e Índia. Apesar disso, está situado na 23^a posição como exportador de frutas, em decorrência da redução de acesso ao mercado externo devido a embargos fitossanitários, principalmente quando a praga é de relevância quarentenária para os mercados de destino, como é o caso de diversas espécies de Tephritidae (PNDF, 2018).

As moscas-das-frutas são insetos responsáveis por danos consideráveis à fruticultura em consequência das injúrias provocadas pela perfuração do fruto para oviposição e do desenvolvimento larval que ocorre no interior dos frutos, representando um dos principais entraves ao comércio internacional de frutas *in natura*.

Anastrepha Schiner é o gênero de tefritídeos mais diversificado nos trópicos e subtropicais americanos, com mais de 250 espécies descritas (NORRBOM; KORYTKOWSKI, 2011; NORRBOM et al., 2014), onde tem sua origem e endemismo. No Brasil, o gênero *Anastrepha* é representado por 120 espécies registradas (ZUCCHI, 2008).

A espécie *Anastrepha alveata* Stone 1942 é considerada rara e não-praga, com registro de apenas um hospedeiro, a ameixeira silvestre *Ximenia americana* L. (Olacaceae) no México (PIEDRA et al., 1993; ALUJA et al., 2014). Por tratar-se de uma espécie pouco conhecida, no Brasil sua ocorrência foi registrada algumas vezes em levantamentos por meio de armadilhas (ARAUJO et al., 2000; MARTINS et al., 2000; ALVARENGA et al., 2010, HOLANDA, 2012). Os estudos e levantamentos de moscas-das-frutas no Brasil ocorrem há mais de um século, e somente há pouco tempo, a ameixeira silvestre foi registrada como hospedeiro de *A. alveata* (ARAÚJO et al., 2014).

A ameixeira silvestre é uma espécie botânica cosmopolita com distribuição natural na África, Índia, América Central e América do Sul. No Brasil aparece de forma espontânea nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, apresentando ampla distribuição em diversos ecossistemas florestais (JOLY, 2002; SACANDE; VAUTIER, 2006). Os frutos são do tipo drupa subglobosa de cor amarelo-alaranjado, polpa de consistência firme e sabor agridoce, aromáticos e uma rica fonte de vitamina C (BRASILEIRO et al., 2008). O período de frutificação é curto e concentra-se entre outubro a dezembro, nas primeiras chuvas. Em todas as áreas de ocorrência, com base na medicina popular, a ameixeira silvestre tem sido pesquisada devido suas atividades terapêuticas, em busca de novos medicamentos ou de substâncias que possam servir como modelo para síntese de novos fármacos (BRASILEIRO et al., 2008; OLABISSI et al., 2011; LE et al., 2012; ALMEIDA et al., 2016).

As espécies de moscas-das-frutas mais estudadas das regiões tropicais e subtropicais são as de interesse econômico e não chegam a 1% (ALUJA, 1999), sendo em sua maioria, oligófagas/polífagas. Entretanto, existe um grande número de espécies nessas regiões que são especializadas na utilização de determinados recursos botânicos no estágio larval cuja biologia e ecologia são desconhecidas (SELIVON, 2000). As propostas para os futuros estudos sobre *Anastrepha* devem ser baseadas em uma combinação de princípios biológicos, morfológicos, ecológicos e comportamentais das diversas espécies (ALUJA et al., 1994), ressaltando-se também a importância desses estudos para espécies monófagas das regiões tropicais. Esses conhecimentos servirão como subsídios para desenvolver técnicas adequadas no manejo de moscas-das-frutas.

Portanto, objetivou-se com o presente trabalho, estudar a infestação de espécies de *Anastrepha* em frutíferas diversas e de *A. alveata* em ameixeira silvestre, como também descrever através de análise faunística a composição específica da comunidade de moscas-das-frutas e analisar sua flutuação populacional, em uma área de cerrado.

Material e Métodos

Localização e caracterização da área de estudo. A pesquisa foi desenvolvida no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI, a 106 km da capital Teresina (05°55'46" S e 42°43'07" W), em altitude de 264 m, na Microrregião do Médio Parnaíba Piauiense (CEPRO, 2011). Clima segundo classificação de Köppen do tipo As, tropical quente, precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm, com cinco a seis meses mais chuvosos (janeiro, fevereiro e março, trimestre mais úmido) e período restante do ano de estação seca, temperatura média de 26 °C (AGUIAR, 2004).

As coletas foram realizadas em área demarcada de 4 ha de vegetação típica de cerrado com manchas de mata dos cocais, apresentando características de capoeirão/capoeira que passou por processos resilientes de quase 40 anos, quando sofreu um único desmatamento (1978) tipo “derruba-queima” para instalação de roça de arroz e posteriormente dois incêndios acidentais (2004 e 2010).

Levantamento de *Anastrepha* spp. em armadilhas e diretamente de frutos. Foram instaladas 13 armadilhas modelo McPhail, em plantas de ameixeira silvestre distribuídas aleatoriamente na área, a uma altura de 3/4 da planta, em local arejado entre a folhagem e protegido da luz direta do sol. A posição geográfica das plantas foram registrada por meio de GPS (Global Position System) marca GARMIN CHX LEGENDER, onde 05°53'15.3"S e 42°43'28.3"W foi o ponto inicial georreferenciado. As armadilhas foram abastecidas com atrativo alimentar a base de proteína hidrolisada de milho (BIO ANASTREPHA®), diluída a 5% e estabilizada com bórax (400 mL do atrativo e 10 g de bórax), sendo as coletas e a troca do atrativo alimentar realizado quinzenalmente.

As amostras de frutos maduros de ameixeira silvestre foram coletados semanalmente (frutos recém-caídos ou na planta), já os frutos de outras espécies botânicas foram coletados quinzenalmente ao longo de cada ano de acordo com a época de frutificação, durante o período de novembro/2014 a setembro/2017. O tamanho das amostras foi variável, de acordo com a disponibilidade de frutos nas plantas.

O material coletado foi transportado em bandejas (frutos) e frascos plásticos (conteúdo das armadilhas) para o Laboratório de Entomologia, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina-PI, onde foram executadas as etapas de amostragem de frutos e triagem do conteúdo das armadilhas. Os frutos foram amostrados de dois modos, agupados e individualizados.

As amostras de frutos agupados destinaram-se tanto para a ameixeira silvestre como para as demais espécies botânicas, cujos frutos foram disponibilizados durante o período de

frutificação. Estes foram separados por espécie, contados e a biomassa definida em kg, depois foram acondicionados em bandejas plásticas (dimensões 40x25x7 cm) contendo uma camada de areia peneirada e autoclavada, de modo a proporcionar substrato de empupação. Os pupários foram extraídos por peneiração, contados e mantidos em recipientes plásticos (250 mL) com areia úmida, cobertos com tecido *voile* e conservados na sala de criação sob condições climáticas controladas (temperatura 27 ± 2 °C, UR do ar 70 ± 5 %) até emergência dos adultos.

As amostras de frutos individualizados foram realizadas somente com a ameixeira silvestre, sendo amostrados 40 frutos por coleta, num total de quatro amostragens por ano (2015 e 2016). Individualmente os frutos foram pesados e acondicionados em recipientes plásticos (50 mL) com areia autoclavada e úmida. Os recipientes foram dispostos em uma bandeja plástica envolta com tecido *voile*, mantidos na sala de criação sob as mesmas condições climáticas supracitadas. Os pupários foram retirados da areia, contados e transferidos para recipientes plásticos (150 mL) com areia, onde ocorreu a emergência dos adultos.

Os adultos de moscas-das-frutas emergidos foram inativados em congelador (10 min de permanência), depois fixados em etanol a 70% como também os espécimes coletados nas armadilhas. Os espécimes foram sexados e identificados com base nas fêmeas, uma vez que a grande maioria das espécies de *Anastrepha*, são as fêmeas que apresentam caracteres que permitem a identificação específica.

Índice de infestação de *Anastrepha* spp. em amostragem com frutos agrupados. Cálculo segundo Araujo et al. (2005): $I = n^{\circ} \text{ pupários/kg e } n^{\circ} \text{ pupários/frutos}$.

Índices de infestação e intensidade de infestação de *A. alveata* em frutos individualizados de ameixeira silvestre. Foram determinados segundo Corsato (2004):

Índice de infestação de mosca (%) = (frutos infestados/frutos totais) x 100

Intensidade de infestação (I.I.) = (número de pupários/massa), em que a massa equivale ao peso total dos frutos infestados (kg).

Identificação das espécies. Para identificação foram utilizadas as chaves de Steyskal (1977), Zucchi (1978; 2000) e Zucchi et al. (2011). Os espécimes identificados foram conservados em etanol a 70% como espécies voucher e depositados nos laboratórios de Entomologia da UFPI (câmpus Teresina) e UEMA (câmpus São Luís).

Espécies botânicas: Informações sobre a frutificação e coletas de frutos das espécies botânicas foram baseadas nas observações *in loco* no decorrer de cada ano.

Análise faunística. A análise da diversidade das espécies de *Anastrepha*, foi elaborada com base em Silveira Neto et al. (1976). Os parâmetros estimados foram: frequência, dominância, constância, índice de Shannon e equitabilidade. Utilizou-se para os cálculos, o programa

ANAFUA, desenvolvido pelo Departamento de Entomologia e Acarologia da Esalq, USP (MORAES, et al., 2003).

Flutuação populacional. A análise da flutuação populacional teve por base o total de adultos de *Anastrepha* capturados nas armadilhas. A variação sazonal das populações foi considerada sobre a captura mensal do número de espécimes por espécie e também de fêmeas e machos, no período de novembro/2014 a dezembro/2017. A flutuação populacional foi analisada em relação às variáveis climáticas de precipitação pluviométrica total (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%). Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através das Estações Automáticas.

Estatística: Foi avaliada a correlação das variáveis climáticas (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) sobre o número de adultos (fêmeas e machos) e das espécies (fêmeas) de *Anastrepha*, calculando-se o coeficiente de correlação de Pearson com o programa SAS Institute. As médias mensais das variáveis climáticas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste F (5% de probabilidade).

Resultados e Discussão

Foram obtidos 3 215 espécimes de *Anastrepha*, sendo 669 em armadilhas e 2 546 em frutos. Desses espécimes, sete espécies foram capturadas em armadilhas (Tabela 1) e duas obtidas em frutos (Tabelas 2), componentes de três grupos de *Anastrepha*: spatulata: *A. alveata*; pseudoparallela: *A. ethalea* (Walker, 1849); fraterculus: *A. fraterculus* (Wied., 1830), *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. sororcula* Zucchi, 1979, *A. zenilda* Zucchi, 1979. Essas espécies, com exceção de *A. alveata*, já haviam sido registradas no estado do Piauí, em monitoramento realizado em pomares de manga *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), pelo Setor de Fitossanidade Vegetal da Delegacia Federal de Agricultura no Piauí (DFA) (MENEZES et al., 2000), enquanto a ocorrência de *A. alveata* foi registrada pela primeira vez no Brasil, no município de São Pedro do Piauí, em um levantamento realizado em área de cerrado (ARAÚJO et al., 2014). Das espécies coletadas em armadilhas, houve a ocorrência de uma espécie ainda não descrita, denominada *Anastrepha* sp.

Foram levantadas 26 espécies de plantas pertencentes a 21 famílias botânicas e dessas apenas três espécies de duas famílias apresentaram infestação de moscas-das-frutas: ceriguela *Spondias purpurea* L., umbu-cajá *Spondias* sp. (Anacardiaceae) e ameixeira silvestre *X. americana* (Olacaceae). O bioma cerrado é rico em espécies nativas de frutos, havendo suposições de que muitos desses frutos sejam repositórios de espécies de moscas-das-frutas

(UCHÔA-FERNANDEZ et al., 2002). As espécies levantadas, revelam um perfil diferente, pois na área apesar de acervo botânico diversificado, as espécies de moscas-das-frutas encontradas estavam associadas a poucas espécies de frutos.

Tabela 1 - Espécies e número de adultos de *Anastrepha* coletados através de armadilhas McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017).

Anos	<i>Anastrepha</i> spp.		
	Fêmeas	Machos	Total
2014	14 09 <i>A. alveata</i> 03 <i>A. obliqua</i> 02 <i>A. fraterculus</i>	3	17
2015	81 65 <i>A. alveata</i> 11 <i>A. ethalea</i> 04 <i>A. obliqua</i> 01 <i>A. zenildae</i>	49	130
2016	104 62 <i>A. alveata</i> 29 <i>A. ethalea</i> 09 <i>A. obliqua</i> 02 <i>A. sororcula</i> 02 <i>A. zenildae</i>	60	164
2017	169 64 <i>A. alveata</i> 86 <i>A. ethalea</i> 14 <i>A. obliqua</i> 03 <i>A. zenildae</i> 02 <i>Anastrepha</i> sp.	189	358
Total	368	301	669
Porcentagem	55%	45%	100%

Apenas dois registros associam *A. alveata* a ameixeira silvestre como hospedeiro, em Veracruz, México, e no Piauí, Brasil (PIEDRA et al., 1993; ARAÚJO et al., 2014). As injúrias observadas nos frutos, resultaram em consideráveis índices de infestação com 144,2 pupários/kg (0,62 pupários/frutos) 216,1 pupário/kg (0,82 pupários/frutos) e 321,6 pupários/kg (1,2 pupários/frutos) para os anos 2014, 2015 e 2016 respectivamente (Tabela 2). De forma semelhante, Araújo et al. (2014), também constataram índice elevado de infestação de *A.*

alveata em ameixa (158,9 pupários/kg), em levantamento de frutos realizado anteriormente na mesma área.

De acordo com os resultados, pode-se considerar que *A. alveata* é de hábito alimentar estritamente monófago e praga da ameixeira silvestre, não apresentando sucessão em outros hospedeiros ao longo da pesquisa que se estendeu por três frutificações anuais da ameixeira silvestre. Destaca-se ainda, que nenhuma outra espécie de moscas-das-frutas coletada na área foi encontrada infestando a ameixeira silvestre, apesar da abundância de frutos e seu aroma característico exalado, os quais são fatores considerados atrativos à infestação de moscas-das-frutas de hábito polífago, também existentes na área. Mas há registros de *A. fraterculus* associada a ameixeira silvestre (PIEDRA et al., 1993; ARAÚJO et al., 2014).

Anastrepha obliqua, foi encontrada infestando ceriguela e umbu-cajá com índices de infestação consideráveis (Tabela 2). Os índices de infestação em ceriguela apresentaram valores crescentes, sendo observado 146,1 pupários/kg (1,3 pupários/frutos) em 2016 e 479,2 pupários/kg (4,6 pupários/frutos) em 2017. Em umbu-cajá, foi constatada a infestação de *A. obliqua* somente em 2017, cujo índice de 607,3 pupários/kg (4,4 pupários/frutos) foi tão elevado quanto em ceriguela no mesmo ano. Isso pode ser atribuído ao fato de ambas espécies frutíferas serem hospedeiros primários, estarem próximas na área e a frutificação do umbu-cajá suceder a frutificação da ceriguela.

Tabela 2 - Índices de infestação de *Anastrepha* spp. obtidos em frutos de *Ximenia americana*, *Spondias purpurea* e *Spondias* sp., coletados no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a fev./2017).

Anos	Frutos		Pupários	Índice Infestação* (frutos/kg)	<i>Anastrepha</i> spp. (N°)		
	Espécies	N°/kg			♀	♂	Total
2014	<i>X. americana</i>	639/2,754	397	0,62/144,2	140 <i>A. alveata</i>	165	305
2015	<i>X. americana</i>	897/3,419	739	0,82/216,1	255 <i>A. alveata</i>	265	520
2016	<i>X. americana</i>	1.423/5,293	1.702	1,2/321,6	385 <i>A. alveata</i>	379	764
	<i>S. purpurea</i>	83/0,739	108	1,3/146,1	35 <i>A. obliqua</i>	38	73
2017	<i>S. purpurea</i>	105/1,010	484	4,6/479,2	116 <i>A. obliqua</i>	119	235
	<i>Spondias</i> sp.	148/1,062	645	4,4/607,3	135 <i>A. obliqua</i>	175	310
Total		3.295/14,277	4.075	-	1.066	1.141	2.207

*1º valor: pupários/frutos; 2º valor: pupários/kg.

Há registros de *A. obliqua* em umbu-cajá em regiões brasileiras, com elevados índices de infestação (ARAÚJO et al., 2014; LIMA JÚNIOR et al., 2007) e em ceriguela (ALVARENGA et al., 2009). *Anastrepha obliqua* é uma espécie polífaga, considerada praga quarentenária (CORSATO, 2004), com ampla distribuição na região Neotropical, sendo a única que ocorre em todos os estados brasileiros, com registro em torno de 35 espécies de plantas hospedeiras, pertencentes a sete famílias (ZUCCHI, 2007). Concentra-se em espécies de anacardiáceas, principalmente do gênero *Spondias*, no Nordeste brasileiro, tendo sua importância econômica aumentada em consequência do cultivo de manga em todo hemisfério Sul (MALAVASI et al., 2000).

Os índices de infestação e intensidade de infestação de *A. alveata* foram analisados com dados das coletas de frutos em 2015 e 2016. A infestação de *A. alveata* em frutos de ameixeira silvestre apresentou uma intensidade de infestação considerável quando comparada com o índice de infestação (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de infestação (%) e intensidade de infestação (I.I.) de *Anastrepha alveata* em frutos de *Ximenia americana* coletados no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov.-dez./2015, out.-nov./2016).

Ano	Frutos (Nº)			Pupários	Infestação		Adultos (Nº)
	Coletados	Infestados	Massa (kg)		%	I.I.	
2015	200	79	0,377	159	39,5	421,75	144
2016	200	173	0,714	442	86,5	619,04	195

Segundo Corsato (2004), nem sempre existe relação entre os valores do índice de infestação e a intensidade de infestação, uma vez que a porcentagem de frutos infestados não mede a intensidade de infestação desses frutos. Isso porque um fruto infestado é um fruto perdido, mesmo com apenas uma larva. Logo, a intensidade de infestação não quantifica a perda na produção. Porém, ao observar que quanto maior o número de larvas, maior a população de adultos que emergirá na próxima geração, então a intensidade é importante, pois serve de prognóstico para o índice de infestação da frutificação futura, que poderá prejudicar em algum nível a produção. No presente estudo, isso é claramente constatado, quando se compara os resultados da intensidade de infestação de *A. alveata* em 2015 (421,75) e 2016 (619,04) (Tabela 3), o que representou um incremento de 46,78% de um ano para outro e consequentemente um aumento do número de adultos em 35,42%, que provavelmente poderiam infestar mais frutos.

Ressalta-se um comportamento interessante e diferenciado de *A. alveata*, em relação às espécies polífagas/multivoltinas, que é o aumento gradativo da infestação destas durante a frutificação do hospedeiro, à medida que novas populações são geradas, elevando o nível de dano se medidas de controle não forem adotadas. No caso de *A. alveata*, notou-se que no início da frutificação os frutos eram intensamente atacados pelo aspecto das injúrias observadas, mas a intensidade regredia à medida que chegava ao fim da frutificação, quando então a maioria dos frutos apresentava-se livre do ataque.

Pode-se então dizer, que *A. alveata* por ser uma espécie monófaga de um hospedeiro com frutificação anual e concentrada, também seja univoltina como algumas espécies de *Anastrepha*, a exemplo de *A. crebra* Stone 1942 e *A. bezzii* Lima 1934, que são monófagas e aparentemente univoltinas, cujos adultos devem sobreviver por longos períodos e lidar com a alta variabilidade ambiental, que por sua vez determina o cronograma de produção de frutas de suas plantas hospedeiras (ALUJA et al., 1999). Isso explica a alta infestação inicial de *A. alveata*, a fim de garantir uma nova população que vai aguardar a frutificação do ano seguinte para dar continuidade ao seu ciclo de vida e conservação da espécie.

Foram realizadas 78 coletas por meio de armadilhas e capturadas 368 fêmeas de *Anastrepha*, representadas por sete espécies (Tabela 4). A análise das capturas de *Anastrepha* nas armadilhas, apontou uma distribuição acentuadamente agregada de fêmeas por armadilha, com quatro armadilhas (30,77%) capturando 61,41% das fêmeas.

Tabela 4 - Frequência, dominância e constância das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, em área de cerrado, no Sítio das Palmeiras, São Pedro do Piauí, PI (nov.-dez./2014 a dez./2017).

Espécies	Capturas	N	Frequência (%)	Dominância*	Constância**
<i>A. alveata</i>	58	200	54,35	d	w
<i>A. ethalea</i>	76	126	34,25	d	w
<i>A. obliqua</i>	18	30	8,15	d	y
<i>A. zenildae</i>	6	6	1,63	d	y
<i>A. sororcula</i>	2	2	0,54	n	y
<i>A. fraterculus</i>	2	2	0,54	n	y
<i>Anastrepha</i> sp.	2	2	0,54	n	y

Índice de Diversidade (Shannon-Weaner) => H = 1.0549
Intervalo de Confiança de H (P=0,05) => [1.050281; 1.059469]
Índice de Uniformidade ou Equitabilidade => E = 0.5421

N: total de fêmeas capturadas; *d: dominante, n: não-dominante; **w: constante, y: acessória

Essas armadilhas estavam instaladas próximas às frutíferas cultivadas, área mais sombreada pela densidade de plantas e microclima mais ameno, o que provavelmente influenciou no aumento das capturas. Sete armadilhas foram constantes em capturar quatro das espécies registradas na área, sendo que as armadilhas 8 e 13 foram as que mais capturaram *A. ethalea* (30 espécimes) e *A. alveata* (49 espécimes), respectivamente. Já a armadilha 10 não capturou *A. ethalea* e a armadilha 12 a *A. alveata*.

Dentro da comunidade de moscas-das-frutas, quatro espécies foram dominantes, *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua* e *A. zenilidae*, visto apresentarem frequência superior a 1 sobre o número total de espécies. Dentre essas espécies, apenas *A. alveata* e *A. ethalea* foram predominantes, pois apresentaram os maiores índices faunísticos nas classes de cada categoria analisada. *Anastrepha alveata* foi a mais frequente representando 54,35% das fêmeas capturadas, seguida de *A. ethalea* com 34,25%. Os maiores valores de constância também foram para essas duas espécies, com valores acima de 50%. *Anastrepha obliqua* e *A. zenilidae* apresentaram frequência abaixo de 10% e o restante frequência inferior a 1,0%, e todas consideradas acessórias quanto a constância (Tabela 4).

O índice de Shannon de 1.05449, é consequência da alta frequência de *A. alveata*, demonstrando a existência de uma espécie dominante na comunidade. Entretanto, esse efeito dominante foi minimizado com a constância elevada da presença de *A. ethalea*, refletido no valor de 0,5421 do índice de equitabilidade (Tabela 4). Caso *A. ethalea* fosse excluída da comunidade, o valor da equitabilidade seria mais baixo. O índice de Shannon mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um espécime, escolhido ao acaso, de uma amostra, enquanto equitabilidade retrata a distribuição da abundância das espécies na área.

A espécie *A. alveata*, considerada predominante, revela um novo perfil em relação aos registros realizados no Brasil, pois os levantamentos realizados em regiões semiáridas e litorâneas do Rio grande do Norte, em pomares comerciais de mamão no Espírito Santo, em área de caatinga no norte de Minas Gerais e no município de Caxias no Maranhão (ARAUJO et al., 2000; MARTINS et al., 2000; ALVARENGA et al., 2010; HOLANDA, 2012), o número de espécimes coletados na maioria foi apenas um. No México, em levantamento de moscas-das-frutas em pomares de toranja *Citrus maxima* L., num período de 12 anos, foram coletados apenas 11 espécimes de *A. alveata*, em Veracruz (ORDANO et al., 2013).

Anastrepha ethalea, também foi considerada predominante pelos índices faunísticos, embora não tenha sido associada a nenhum fruto das espécies vegetais amostradas. No Brasil, não consta registro de hospedeiro para *A. ethalea* (ZUCCHI, 1978; 2008), mas é considerada praga de frutos de espécies de *Passiflora* (NORRBOM et al., 2013). Na área foi constatada a

presença de algumas plantas de maracujá-do-mato ou maracujá limão *Passiflora laurifolia* L. e nos frutos coletados, não se detectou infestação de *A. ethalea*. Os registros de *A. ethalea* no Piauí não passaram de dois espécimes em monitoramento em pomares comerciais de manga e de citros (MENEZES et al., 2000; SANTOS; PÁDUA, 2004; FEITOSA et al., 2008). No estado do Maranhão, o registro é também de dois espécimes (HOLANDA, 2012). Em Roraima, *A. ethalea* foi representada por um espécime num pomar de goiaba (TRASSATO et al., 2016).

Anastrepha obliqua também foi a espécie dominante em levantamentos realizados através de armadilhas no Brasil (UCHÔA-FERNANDES et al., 2002; SANTOS; PÁDUA, 2004; URAMOTO et al., 2005; FEITOSA et al., 2008; DUTRA et al., 2009; AZEVEDO et al., 2010; SANTOS et al., 2011; HOLANDA, 2012; MARSARO JR et al., 2013). *Anastrepha zenilidae*, analisada como espécie dominante, tem no semiárido sua maior área de ocorrência, como registrado nos levantamentos realizados no Ceará e norte de Minas Gerais (AZEVEDO et al., 2010; ALVARENGA et al., 2010). As espécies *A. sororcula*, *A. fraterculus* classificadas como não-dominante e acidentais, apresentaram-se como dominantes e constantes em outros levantamentos. Na região Nordeste o destaque é para *A. sororcula*, em pomares de goiaba, e *A. fraterculus* nas regiões Sul e Sudeste em pomares de citros e frutas de clima temperado (RAGA et al., 2004). Diante disso, observa-se que a distribuição geográfica de *Anastrepha* spp. não é uniforme, mas condicionada a padrões de adaptação de acordo com condições abióticas de cada região.

Avaliou-se a flutuação populacional de adultos de *Anastrepha* coletados em armadilhas com as variáveis climáticas e das espécies com maior número de espécimes (Figura 1), para conhecer a dinâmica dos adultos no período de três anos (nov./2014 a dez./2017). A flutuação de adultos (fêmeas e machos) se mostrou contínua, exceto para os meses de setembro e outubro de 2015, quando nenhum espécime foi capturado, e os maiores picos de cada ano ocorreram em dezembro/2015, outubro/2016 e agosto e dezembro/2017. Em 2017 foram dois picos consideráveis, um em agosto ocasionado pelo aumento populacional de machos, o mais expressivo, e em dezembro o outro com o aumento populacional das fêmeas, como também os picos dos anos anteriores (Figura 1A).

Com exceção de *A. alveata*, cuja flutuação populacional teve correlação positiva somente com a temperatura ($r = 0,66241$ e $P = 0,0001$), as demais flutuações de adultos e das espécies de *Anastrepha* mais frequentes, não correlacionaram com os parâmetros climáticos analisados (Figuras 1A e 1B). Para duas das espécies de moscas-das-frutas analisadas, as capturas ocorreram em razão da disponibilidade de frutos, ameixa para *A. alveata*, e ceriguela e umbu-cajá para *A. obliqua*. O mesmo não se pode dizer para as outras duas espécies, *A.*

zenildae e principalmente *A. ethalea*, espécie predominante, não foram associadas a nenhum fruto das espécies botânicas coletadas.

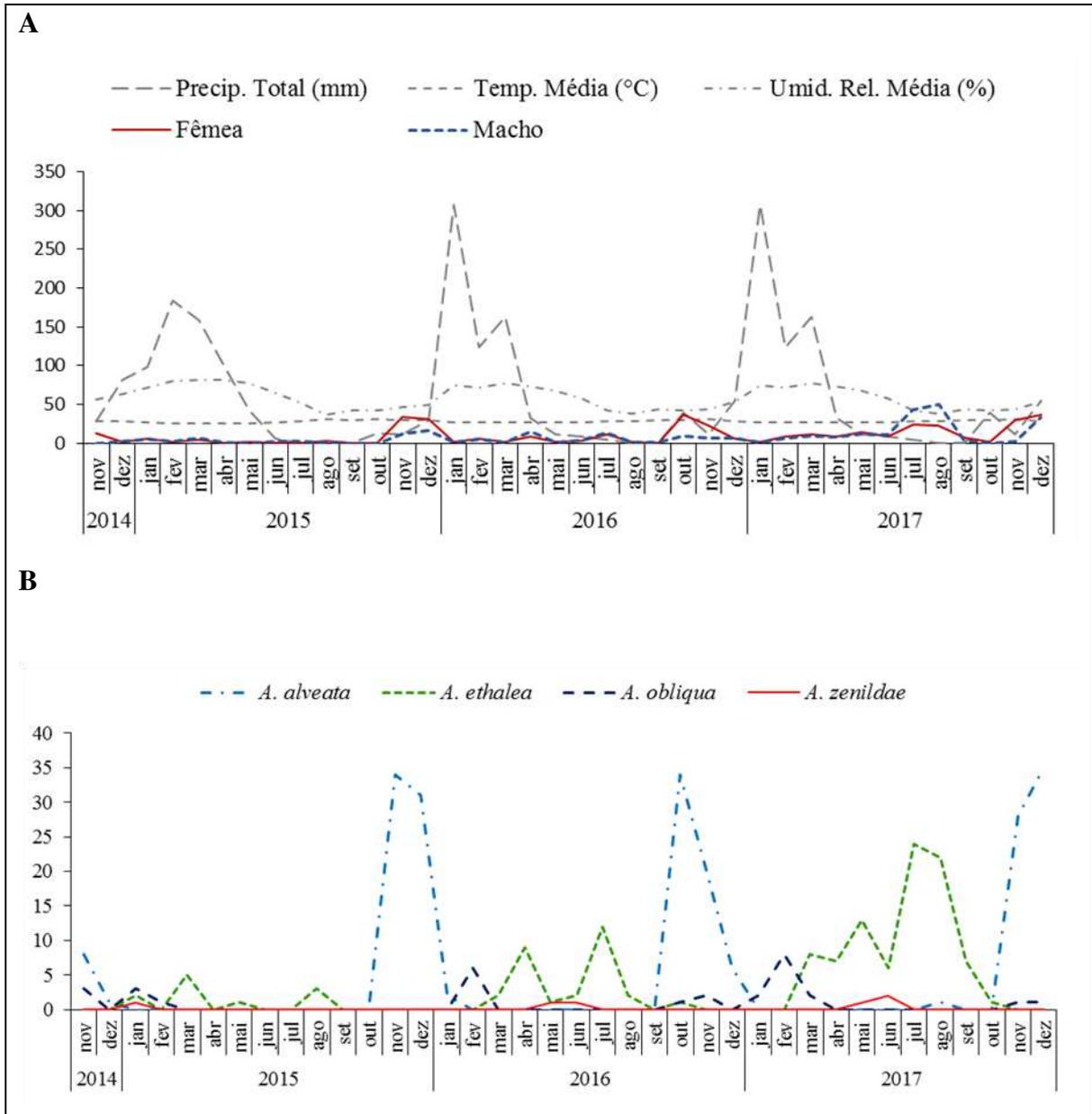


Figura 1 - Flutuação populacional de fêmeas e machos de *Anastrepha* sob condições climáticas de precipitação pluviométrica total (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) (A) e das espécies *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua* e *A. zenildae* (B), capturadas em armadilhas McPhail instaladas em plantas de *Ximenia americana*, em área de cerrado, no Sítio das Palmeiras, São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017).

Segundo Aluja (1994), a precipitação pluvial é um dos principais fatores relacionados com a flutuação populacional das moscas-das-frutas, e para Bateman (1972), são a disponibilidade de frutos e condições climáticas os fatores determinantes para ocorrência de

moscas-das-frutas. No entanto, não foi isso que se observou com o estudo, que revelou um perfil atípico, em parte, dos padrões postulados supracitados, para a dinâmica das populações de moscas-das-frutas, especialmente para *A. alveata* e *A. ethalea*, espécies pouco conhecidas. Corsato (2004), em estudo de levantamento de moscas-das-frutas no norte de Minas Gerais, relata que mesmo não sendo observada correlação, os picos de coleta ocorreram após o período chuvoso, sugerindo que os fatores climáticos podem ter exercido uma certa influência sobre as populações nativas de moscas-das-frutas. Assim, a disponibilidade de frutos hospedeiros é o fator de sobrevivência para *A. alveata*, enquanto para *A. ethalea* não foi encontrado hospedeiro. Mas, como essas duas espécies se mostraram adaptadas a um ambiente de cerrado, supõe-se que as condições climáticas próprias da área, são fatores favoráveis para a dinâmica de vida das referidas espécies. Dessa forma, *A. alveata* e *A. ethalea* revelaram estar em harmonia com seu ambiente e potencial sucesso de sobrevivência, cujos mecanismos ainda são desconhecidos.

Ao avaliar a flutuação populacional das espécies, constatou-se que os maiores picos são apresentados por *A. alveata* (Figura 1B), quando foram capturados 34 (nov./2015 e out./2016) e 35 (dez./2017) espécimes nesses picos, os quais coincidem com a frutificação da ameixeira silvestre, marcada por grande disponibilidade de frutos. Finalizada a frutificação, nos meses subsequentes, *A. alveata* não foi mais capturada, revelando que sua presença está sincronizada à fenologia de seu hospedeiro. O único episódio que registrou sua presença na área sem disponibilidade de ameixa, foi um espécime coletado em agosto/2017.

Anastrepha ethalea, foi a segunda espécie com maiores picos populacionais (jul./2016 e jul./2017) sendo obtidos 12 e 24 espécimes. A distribuição temporal de *A. ethalea* foi mais longa (Figura 1B), marcada com destaque entre os meses de março a outubro e ausência quase que totalmente nos meses subsequentes. Não foi possível associar a flutuação populacional de *A. ethalea* a frutos de quaisquer das espécies botânicas amostradas, mesmo aquelas que apresentaram ocorrência de frutos nos picos populacionais, como algodão-bravo *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, coroatá *Bromelia pinguin* L., marmelo-do-cerrado *Alibertia edulis* (L. Rich) A. Riche e pau-terra *Quelea parviflora* Mart., e nem mesmo ao maracujá-do-mato, espécie que tem indicação de hospedeiro, cuja ocorrência de frutos se deu em abril e março, foi constatada infestação.

A espécie *A. obliqua* manifestou picos, mas que não foi um contínuo anual, somente na época de frutificação de anacardiáceas, que apesar da existência de manga, foi constatada infestação apenas em espécies de *Spondias*, ceriguela e umbu-cajá. A ocorrência de *A. zenildae* foi esporádica, provavelmente associada a frutos de mirtáceas existentes na área, embora não tenha sido constatada qualquer infestação.

Conclusão

Sete espécies compõem a comunidade de moscas-das-frutas em área nativa de cerrado no estado do Piauí: *A. alveata*, *A. ethalea*, *A. obliqua*, *A. zenildae*, *A. sororcula*, *A. fraterculus* e *Anastrepha* sp.

Anastrepha alveata é uma espécie univoltina, monófaga e praga da ameixeira silvestre por apresentar elevados índices de infestação e intensidade de infestação.

Anastrepha alveata e *A. ethalea* são espécies predominante na comunidade de moscas-das-frutas, em área de cerrado no estado do Piauí.

Anastrepha alveata apresenta picos populacionais na frutificação da ameixeira silvestre e *A. obliqua* na frutificação da ceriguela *Spondias purpurea* e umbu-cajá *Spondias* sp.

A flutuação populacional de *A. ethalea* distribui-se nos meses de março a outubro.

Agradecimentos

À Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Piauí, SEDUC-PI, pela concessão de afastamento do primeiro autor para o curso de Pós-Graduação (Doutorado) e à Universidade Federal do Piauí, UFPI, pelo apoio à presente pesquisa.

Referências

- AGUIAR, R.B. de; GOMES, J.R.C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de São Pedro do Piauí. CPRM, 2004. 19p.
- ALMEIDA, M.L.B.; SOUZA FREITAS, W.E.; MORAIS, P.L.D.; SARMENTO, J.D.A.; ALVES, R.E. Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana* L. **Food Chemistry**, Berlin, v. 23, p. 1078-1082, 2016.
- ALVARENGA, C.D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; LOPES, G.N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 25-31, 2010.
- ALVARENGA, C.D.; MATRANGOLO, C.A.R.; LOPES, G.N.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; ALVES, D.A.; NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 195-204, 2009.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, n. 1, p. 155-178, 1994.
- ALUJA, M. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) research in Latina America: myths, realities and

- dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 565-594, 1999.
- ALUJA, M.; PIÑERO, J.; JÁCOME, I.; DÍAZ- FLEISCHER, F.; SIVINSKI, J. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. (Eds.). **Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 375- 406.
- ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; VAN DRIESCHE, R.; ANZURES-DADDA, A.; GUILLÉN, L. Pest management through tropical tree conservation. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 23, n. 4, p. 831-853, 2014.
- ARAUJO, E.L.; LIMA, F.A.; ZUCCHI, R.A. Rio Grande do Norte. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 223-226.
- ARAUJO, E.L.; MEDEIROS, M.K.; SILVA, V.E.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005.
- ARAÚJO, A.A.R.; SILVA, P. R.R.; QUERINO, R.B.; SILVA, E.P.S; SOARES, L.L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, 2014.
- AZEVEDO, F.R.; GUIMARÃES, J.A.; SIMPLÍCIO, A.A.F.; SANTOS, H.R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2010.
- BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. **Annual Reviews Entomology**, Palo Alto, v. 17, p. 493-518, 1972.
- BRASILEIRO, M.T.; EGITO, A.A.; LIMA, J.R., RANDAU, K.P.; PEREIRA, G.C.; NETO, P.J.R. *Ximenia americana* L.: botânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 2, p. 164-167, 2008.
- CEPRO – Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí, 2011. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/download/201106/CEPRO21_54d89dde55.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.
- CORSATO, C.D.A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no Norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitóides e controle biológico**. 2004. 83f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2004.
- DUTRA, V. S.; SANTOS, M.S.; SOUZA FILHO, Z.A.; ARAUJO, E.L.; SILVA, J.G. Faunistic analysis of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard under organic management in the municipality of Una, Bahia, Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 133-138, 2009.
- FEITOSA, S.S.; SILVA, P.R.R.; PÁDUA, L.E.M.; CARVALHO, E.M.S.; PAZ, J.K.S.; PAIVA, D.R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no Município de José de Freitas, Piauí. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2008.
- HOLANDA, M.J.A. **Diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Caxias e no Parque Estadual do Mirador, Maranhão**,

Brasil. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2012.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal.** 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

LE, N.H.T.; MALTERUD, K.E.; DIALLO, D.; PAULSEN, B.S.; NERGARD, C.S.; WANGENSTEEN, H. Bioactive polyphenols in *Ximenia americana* and the traditional use among Malian healers. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 139, n. 3, p. 858-862. 2012.

LIMA JUNIOR, C.A.; SANTOS, W.S; CARVALHO, C.A.L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas ao umbu-cajá (Anacardiaceae) no vale do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 399-402, 2007.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 93-98.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; DEUS, E.G.; RONCHI-TELES, B; ADAIME, R.; SILVA JÚNIOR, R.J. Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) captured in a guava orchard (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) in Boa Vista, Roraima, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 4, p. 879-886, 2013.

MARTINS, D.S.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Espírito Santo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 253-258.

MENEZES, R.V.S.; NUNES, E.M.; BRANCO, R.S.C.; ZUCCHI, R.A. Piauí. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 213- 215.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística. In: 8º SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, v. 8, 2003, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: 2003. p. 195.

NORRBOM, A.L.; CASTILLO-MEZA, A.L.; GARCÍA-CHÁVEZ, J.H.; ALUJA, M.; RULL, J. A new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from *Euphorbia tehuacana* (Euphorbiaceae) in Mexico. **Zootaxa - Magnolia Press**, Auckland, v. 3780, n. 3, p. 567- 576, 2014.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Zootaxa - Magnolia Press**, Auckland, v. 2740, p. 1-23. 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/AllenNorrbon/publication/228835154/>>. Acesso em 03 jan. 2017.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A.; ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; AND DALLWITZ, M.J. ***Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys.** *Anastrepha ethalea* (Walker). Version: 28th September 2013. Disponível em: <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

OLABISSI, O.A.F.; MOUSSA, O.; MOUSTAPHA, O.; EDGARD, Z.F.; MARIUS, L.; PIERRE, G.I. Acute toxicity and anti-inflammatory activity of aqueous ethanol extract of root bark of *Ximenia americana* L.(Olacaceae). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, Lagos, v. 5, n. 7, p. 806-811, 2011.

- ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J.; LASA, R.; ALUJA, M. Temporal dynamics of diversity in a tropical fruit fly (Tephritidae) ensemble and their implications on pest management and biodiversity conservation. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 22, p.1557-1575, 2013.
- PIEDRA, E.; ZUÑIGA, A.; ALUJA, M. New host plant and parasitoid record in Mexico for *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 95, n.1, p. 127, 1993.
- PNDF - Plano Nacional de Desenvolvimento da fruticultura, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-lanca-plano-de-fruticultura-em-parceria-com-o-setor-privado/PlanoNacionaldeDesenvolvimentodaFruticulturaMapa.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2018.
- RAGA, A.; PRESTES, D.A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; SILOTO, R.C.; GUIMARÃES, J.A.; ZUCCHI, R.A. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 85-89, 2004.
- SACANDE, M.; VAUTIER, H. *Ximenia americana* L. **Seed Leaflet**, Copenhagen, v. 112, p. 1-2, 2006.
- SANTOS, M.S.; NAVACK, K.I.; ARAUJO, E.L.; SILVA, J.G. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Belmonte, Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 86-93, 2011.
- SANTOS, G.S.; PÁDUA, L.E.M. Flutuação populacional e espécies de moscas-das-frutas em citrus na cidade de Teresina, PI. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 17, n. 2, p. 87-92, 2004.
- SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 87-91.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 420p.
- STEYSKAL, G.C. **Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. Washington, The Entomological Society of Washington, 1977. 35p.
- TRASSATO, L.B.; LIMA, A.C.S.; BANDEIRA, H.F.S.; MONTEIRO NETO, J.L.L.; SILVA, E.S.; RONCHI-TELES, B. Diversidade e índice de infestação de *Anastrepha* spp. em goiabeiras comerciais de Boa Vista, Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 11, n. 4, p. 317-322, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119049442009>> ISSN 1981-1160>. Acesso em: 10 out. 2017.
- UCHÔA-FERNANDES, M.A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R.M.S.; ZUCCHI, R.A. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.4, p.515-524, 2002.
- URAMOTO, K.; WALDER, J.M.; ZUCCHI, R.A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.
- ZUCCHI, R.A. **Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner 1868 (Diptera: Tephritidae) assinaladas no Brasil**. 105f. Tese (Doutorado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 1978.

_____. Taxonomia. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 13-24.

_____. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* em Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de La fruta em Latinoamérica (Diptera: Tephritidae)**: diversidad, biología y manejo. Distrito Federal, México: S y G editores, 2007. p. 77-100.

_____. **Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**, 2008. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>. Acesso em: 10 mar. 2017.

ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M.F. Chave ilustrada para espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 71-90.

Artigo escrito de acordo com as normas da Revista Neotropical Entomology

**BIOECOLOGIA DE *Anastrepha alveata* Stone (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
ASSOCIADA A AMEIXEIRA SILVESTRE *Ximenia americana* L. (Olacaceae)**

Bioecologia de *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae) Associada a Ameixeira Silvestre *Ximenia americana* L. (Olacaceae)

Resumo

Com o objetivo de caracterizar aspectos biológicos e comportamentais de *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae), associada a ameixeira silvestre *Ximenia americana* L. (Olacaceae), realizou-se um trabalho de criação em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C, UR $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 horas), no período de novembro/2015 a outubro/2017. Adultos de *A. alveata* foram obtidos de frutos de ameixeira silvestre, coletados em área de cerrado, em dois períodos de frutificação. Foram selecionados 150 adultos (60 fêmeas e 90 machos) para se determinar maturidade sexual, comportamento de cópula, fecundidade e longevidade de *A. alveata*. A maturidade sexual para *A. alveata* foi de 8-13 dias da emergência para as fêmeas, tendo como sinalização o aceite da cópula e, de 5-7 dias para os machos, caracterizada pela protrusão das glândulas pleurais abdominais laterais. O ritmo de acasalamento em *A. alveata* é crepuscular/noturno, com início em volta das 18:00 horas e estendendo-se para depois das 21:00 horas. Fêmeas de *A. alveata* não acasalam com mais de um macho, mas copulam mais de uma vez. O número de machos não afetou significativamente o tempo de acasalamento, o número de ovos e a longevidade de *A. alveata*. O período médio de pupa para *A. alveata* é de 17,5 dias. Em *A. alveata* existem dois horários de pico para emergência de adultos, às 10:00 horas e às 15:00 horas. A longevidade de *A. alveata* é superior a 300 dias e no campo os adultos sobrevivem até o próximo ciclo de frutificação de seu hospedeiro ameixeira silvestre. *Anastrepha alveata* é uma espécie de hábito alimentar estritamente monófago associada ao hospedeiro ameixeira silvestre *X. americana*.

Palavras-chave: moscas-das-frutas, maturidade, cópula, fecundidade, longevidade.

Bioecology of *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae) Associated with Wild Plum *Ximenia americana* L. (Olacaceae)

Abstract

With the objective of knowing the biology of *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae), a work of creating under controlled conditions of laboratory (27 ± 2 °C temperature, $70 \pm 5\%$ RH, photoperiod 12:00), during the period November/2015 the October/2017. Adults of *A. alveata* were obtained from wild plum fruits *Ximenia americana* L. (Olacaceae), collected in

an area of cerrado in two fruiting periods. We selected 150 adults (60 females and 90 males to determine sexual maturity, mating behavior, fecundity and longevity of *A. alveata*. The sexual maturity for *A. alveata* was 8-13 days of emergence for females having as signaling acceptance of copulation, and 5-7 days for males, characterized by the protrusion of the lateral abdominal pleural glands. The mating rhythm in *A. alveata* is crepuscular/nighty, beginning around 06:00 p.m. and extending after 09:00 p.m. Females of *A. alveata* not mating with more than one male but mate more than once. The number of males did not affect significantly the time of mating, the number of eggs and the longevity of *A. alveata*. The average period of pupa to *A. alveata* is 17.5 days. In *A. alveata* exist two peaks preferred for emergence of adult, to 10:00 a.m. and 3:00 p.m. Longevity in *A. alveata* is greater than 300 days old and survives until the next year's fruit of your host wild plum. *Anastrepha alveata* is a species of food habit strictly monophagous associated with the host wild plum *X. americana*.

Keywords: fruit flies, maturity, copulation, fecundity, longevity.

Introdução

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são insetos que causam danos consideráveis à fruticultura em consequência das injúrias provocadas através da perfuração do fruto para oviposição e do desenvolvimento larval que ocorre no interior dos frutos.

O gênero *Anastrepha* Schiner é o mais diversificado de moscas-das-frutas nos trópicos e subtropicais americanos com mais de 250 espécies descritas (Norrbom & Korytkowski 2011, Norrbom et al 2014). No Brasil, *Anastrepha* é representado atualmente por 120 espécies registradas (Zucchi 2008).

A espécie *Anastrepha alveata* Stone tem sido relatada no Brasil, onde suas ocorrências estão associadas a levantamentos através de armadilhas, sendo assim pouco conhecida e estudada (Araujo et al 2000, Martins et al 2000, Alvarenga et al 2010, Holanda 2012), embora tenha sido associada ao hospedeiro *Ximenia americana* L. (Olacaceae) no México (Piedra et al 1993, Sivinski et al 1997). Após um século de estudos e levantamentos de moscas-das-frutas no Brasil, só houve um registro de *A. alveata* em frutos, também em ameixeira silvestre *X. americana* (Araújo et al 2014).

A ameixeira silvestre distribui-se naturalmente na África, Índia, América Central e América do Sul. No Brasil é encontrada nas regiões norte, nordeste e centro-oeste com ampla distribuição em diversos ecossistemas florestais (Sacande & Vautier 2006). É uma das principais espécies do extrato arbustivo-arbóreo da caatinga (Fernandez & Bezerra 1990). Os

frutos caracterizam-se como uma drupa subglobosa de cor amarelo-alaranjado, polpa de consistência firme e sabor agridoce, envolvendo uma única amêndoa branca e ainda uma rica fonte de vitamina C e compostos aromáticos (Brasileiro et al 2008). O período de frutificação é anual e concentra-se entre outubro a dezembro, logo nas primeiras chuvas. Em todas as áreas de sua ocorrência, a ameixeira silvestre é muito pesquisada em virtude de suas atividades terapêuticas com base no conhecimento popular, com ênfase à descoberta de novos medicamentos (Brasileiro et al 2008, Olabissi et al 2011, Almeida et al 2016).

No Brasil, são escassos os estudos sobre biologia e ecologia para a maioria das espécies de moscas-das-frutas. Nas regiões tropicais e subtropicais, as espécies mais estudadas são as de importância econômica, que são oligófagas/polífagas. Entretanto, existem espécies que são altamente especializadas em determinados hospedeiros (Selivon 2000). *Anastrepha alveata* pode ser inserida nesse contexto, uma vez que está associada somente a ameixeira silvestre e ser considerada rara e não-praga (Piedra et al 1993, Aluja et al 2014).

A nova proposta para os estudos sobre *Anastrepha*, é que sejam baseados em uma combinação de princípios morfológicos, moleculares, ecológicos e comportamentais (Aluja 1994). Neste sentido, evidencia-se a importância de conhecer também a biologia e comportamento ecológico de espécies monófagas das regiões tropicais, uma vez que elas atacam frutíferas de valor socioeconômico para as comunidades locais. Portanto, esses conhecimentos poderão servir para desenvolver estratégias racionais de abordagens no manejo de moscas-das-frutas. Diante disso, objetivou-se com este trabalho caracterizar aspectos biológicos e comportamentais da espécie *A. alveata*, associada a ameixeira silvestre *X. americana*.

Material e Métodos

Coletas de frutos para obtenção de espécimes de *A. alveata*. As coletas de frutos da ameixeira silvestre foram realizadas no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí - PI, a 106 km da capital Teresina (05°55'46"S e 42°43'07"W), em altitude de 264 m, bioma de cerrado com encaves de mata dos cocais (CEPRO 2011). Na época de frutificação da ameixeira silvestre, entre outubro a dezembro (2015 e 2016), foram coletadas semanalmente amostras de frutos maduros (recém-caídos ou na planta). Os frutos coletados foram transportados em bandejas plásticas para o Laboratório de Entomologia, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí - UFPI, em Teresina-PI.

Os frutos amostrados foram contados e distribuídos em bandejas plásticas (40x25x7 cm) contendo uma camada de areia peneirada e autoclavada, de modo a proporcionar substrato de

empupação. Os pupários foram extraídos por peneiração e acondicionados em recipientes plásticos (250 mL) com areia úmida, cobertos com tecido *voile* e conservados na sala criação de adultos, sob condições controladas (temperatura 27 ± 2 °C, UR do ar $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 h).

Criação de *A. alveata*. Os adultos emergidos foram transferidos para gaiolas de criação onde foram mantidos e alimentados, sendo observados diariamente durante seis meses. Após este período os insetos foram mantidos fornecendo-se alimento e água e as moscas mortas retiradas. A dieta foi fornecida em placa de Petri (60 x 15 mm) e se constituía numa mistura de proteína hidrolisada (Bionis), gérmen de trigo cru (Walmon) esterilizado e açúcar cristal, na proporção de 1:1:3, refinada em liquidificador e fornecida em placa de Petri (60 x 15 mm). A água foi oferecida em recipiente plástico (100 mL) fechado, por capilaridade através de um fio de algodão hidrófilo introduzido na parte superior. As gaiolas de criação foram fabricadas em acrílico (50 cm altura, 35 cm de comprimento e 30 de largura), com a parte superior e laterais perfuradas com orifícios de 2 mm. A face anterior apresentava uma abertura circular (15 cm de diâmetro), fechada com tecido *voile* (uma confecção tipo “manga comprida” com 80 cm de comprimento), que permitia o acesso ao interior da gaiola. A face posterior foi fechada com tela de oviposição (tecido *voile* com a face interna recoberta por uma fina película de silicone – “Silicone Manutenção RTV, Cura Acética”). À medida que os adultos morriam eram retirados e as fêmeas conservadas em etanol a 70% para confirmação da espécie *A. alveata*, utilizando-se as chaves de Steyskal (1977) e Uramoto (2007). Os espécimes *voucher* conservados em etanol a 70% foram depositados nas coleções dos Laboratórios de Entomologia/Departamento de Fitossanidade da UFPI (câmpus Petrônio Portela, Teresina, PI) e Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (câmpus Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA).

Os adultos obtidos dos frutos foram utilizados para as avaliações de longevidade, acasalamento e fecundidade. Também foi avaliado o período pupal de *A. alveata*.

Período pupal: Foram extraídas larvas (pré-pupas) de ameixas silvestres e individualizadas em recipientes plásticos (50 mL) com substrato de areia (autoclavada e úmida) e cobertos com tecido *voile*. As pupas foram obtidas de quatro coletas de frutos (ano 2016), sendo utilizadas 40 pupas por coleta para observação.

Longevidade. Período em dias compreendido entre a emergência e a morte dos adultos. Para isso, os adultos da mesma idade foram agrupados em gaiolas de acrílico que diariamente eram supervisionadas para a retirada de moscas mortas. Duas gerações de moscas selvagens de *A. alveata* foram criados em gaiolas de acrílico (nov./2015 a out./2016 e nov./2016 a out./2017).

Desempenho da fêmea de *A. alveata* (acasalamento, fecundidade e longevidade): Para se determinar a maturidade sexual (macho e fêmea), o horário e o tempo de cópula, o número de cópulas, cópula com mais de um macho, fecundidade e longevidade, foram selecionados 150 insetos recém-emergidos, sendo 60 fêmeas e 90 machos. Os insetos foram acondicionados em gaiolas plásticas (recipientes plásticos transparentes, altura 9,5 cm x 12 cm diâmetro fundo x 14 cm diâmetro borda, capacidade 1 L, contendo orifícios na superfície). Em cada gaiola foram mantidos uma fêmea e um ou dois machos. O número de machos nas gaiolas foi considerado como tratamentos diferentes, sendo denominado de M1 (proporção de 1 macho para 1 fêmea) e M2 (proporção de 2 machos para 1 fêmea). Cada tratamento foi repetido 30 vezes. Nos tratamentos contendo dois machos, para identificar qual macho copulava, um deles foi marcado no mesonoto com tinta branca (macho-1 sem marca/ macho-2 com marca), utilizada em marcação de abelhas (marca uniPOSCA - China). Observações preliminares nas gaiolas de criação revelaram que os machos davam início à corte por volta das 17:00 horas, e, a partir disso, os insetos foram observados durante as quatro primeiras horas da escotofase, por um período de 18 dias, a fim de se avaliar a idade de maturidade sexual (dias da primeira cópula após a emergência), horário, tempo (em minutos) e número de cópulas (contagem a partir da constatação efetiva da união do casal até a separação; observação diária para constatação de casais em acasalamento, primeira ou repetição de cópula). Para estimar a fecundidade, os ovos foram retirados da gaiola (de 3 em 3 dias) com um pincel de pelo macio umidificado, sendo o tempo para contagem da postura até a morte da fêmea. A longevidade foi avaliada em dias, da emergência à morte da fêmea.

Estatística: As médias de tempo de acasalamento (minutos), o número de ovos (fecundidade) e a longevidade (dias) foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste t (5% de probabilidade). A correlação entre o número de machos por fêmea (1 macho/fêmea e 2 machos/fêmea) sobre o tempo de acasalamento (minutos), o número de ovos (fecundidade) e a longevidade (dias) de *A. alveata*, foi calculada pelo coeficiente de correlação de Pearson, utilizando-se o programa SAS Institute.

Resultados e Discussão

Foram realizadas 17 coletas com 2 744 frutos amostrados, no período de novembro-dezembro/2015 e outubro-dezembro/2016. Dos frutos foram obtidos 2 684 pupários, dos quais emergiram 1 528 adultos, sendo 766 machos e 762 fêmeas, todas da espécie *A. alveata* (Tabela 1). Devido ao grande número de adultos obtidos dos frutos, optou-se por realizar as avaliações a partir de moscas selvagens, já que a criação desta espécie não se estabeleceu em laboratório.

Segundo Aluja & Mangan (2008), preferencialmente as moscas selvagens devem ser usadas, embora na maioria das vezes seja necessário recorrer a insetos criados em laboratório, pois as moscas selvagens nem sempre estão disponíveis em número suficiente.

Tabela 1 - Coletas de frutos de *Ximenia americana* para obtenção de espécimes de *Anastrepha alveata*, no período de frutificação (nov.-dez./2015 e out.-dez./2016), no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI.

Ano	Período Coletas	Nº. Coletas	Frutos (Nº)	Pupários	<i>Anastrepha alveata</i>		
					♀	♂	Total
2015	08/11 a 21/12	7	1.177	933	371	372	743
2016	14/10 a 19/12	10	1.567	1.751	391	394	785
Total		17	2.744	2.684	762	766	1.528

O período médio de pupa foi de 17,5 dias, apresentando um pico de emergência de adultos ao 17º dia, com 19 fêmeas e 20 machos (Figura 1). Para muitas espécies o tempo de desenvolvimento do estágio pupal é em média de 16,4 dias, variando conforme o sexo. Os machos de *A. fraterculus* (Wiedemann) costumam emergir horas antes que as fêmeas, apresentando velocidade de desenvolvimento em média de 16,1 dias, enquanto nas fêmeas a média é de 16,5 dias (Da Cruz et al 2000).

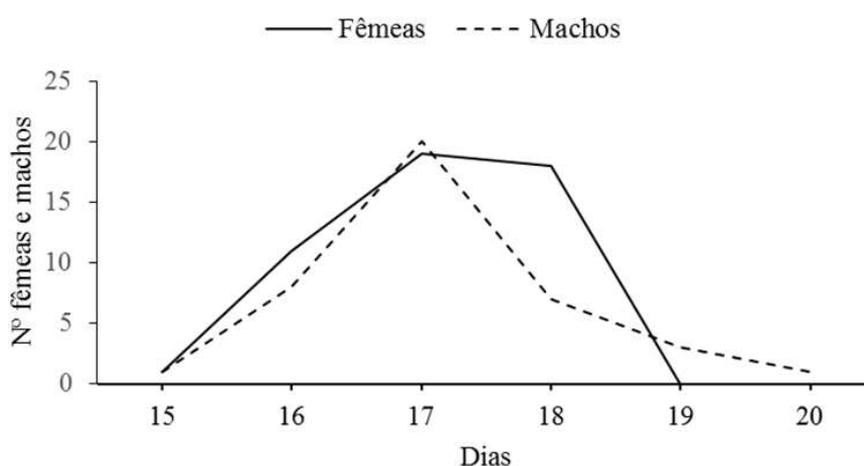


Figura 1 - Período em dias para o desenvolvimento do estágio pupal de *Anastrepha alveata* em condições de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C e UR $70 \pm 5\%$).

O período de pupa de *A. fraterculus* é de 15 a 20 dias, em temperatura de 25 °C (Salles 1995), sendo essa espécie mais adaptada a regiões de clima temperado, como o sudeste e sul

do Brasil, onde apresenta-se com status de praga primária para muitas frutíferas dessas regiões (Selivon 2000).

Faz parte dos padrões biológicos das espécies de *Anastrepha* um horário preferencial para emergência do adulto. Constatou-se em torno das 10 e 15 horas um maior número de emergências para as fêmeas de *A. alveata* e, das 10 e 13 horas para os machos (Figura 2). Para Aluja (1994), o período do dia para emergência do adulto, geralmente ocorre durante a manhã, como registrado em *A. ludens* (Loew) (95,7%) que surge entre 6:00 e 10:00 h e em *A. striata* (62,3%) que surge entre 9:00 e 12:00 horas.

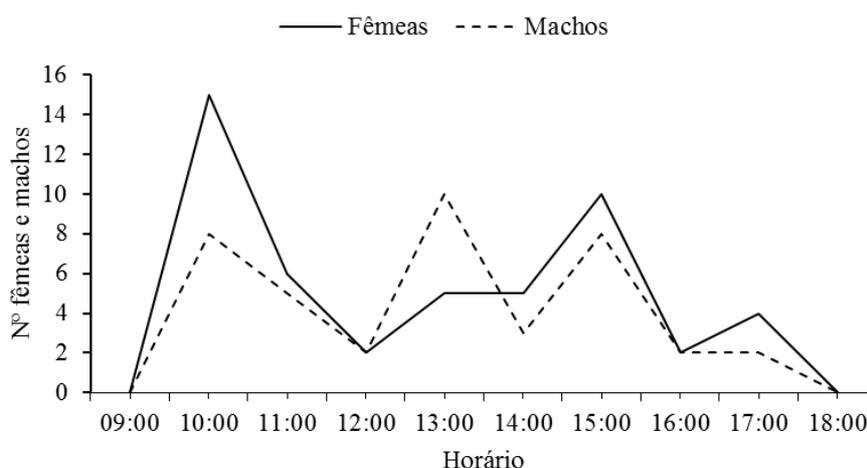


Figura 2 - Horário de emergência de *Anastrepha alveata* em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C e UR $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas).

Para a caracterização da maturidade e acasalamento de *A. alveata*, os eventos melhor observados foram em 10 gaiolas de M2 (Tabela 2). A maturidade sexual das fêmeas teve como principal característica a aceitação do macho para cópula, o que ocorreu entre 8-13 dias após a emergência, com média em torno de $10,4 \pm 0,63$ dias. Quanto a maturidade dos machos, observou-se que entre 5-7 dias (média de $5,8 \pm 0,24$) após a emergência eles sinalizavam ter atingido a maturidade sexual com a protrusão das glândulas pleurais abdominais laterais. Segundo Aluja et al (1999), essas estruturas estão relacionadas a produção de feromônios sexuais. A partir de então, os machos davam início à corte, caracterizada por movimentos das asas, como num ato de abanar/ventilar, e ainda executavam toques anais nas paredes da gaiola. Esses padrões comportamentais estão associados a emissão de feromônio e são comuns a muitas espécies de *Anastrepha* (Aluja 1994, Aluja et al 1999).

A diferença de tempo para maturidade sexual, demonstrou que os machos são mais precoces e que as fêmeas demandam mais tempo para atingir a maturidade. Além disso as fêmeas têm necessidade de ingerir uma maior variedade de nutrientes, principalmente

substâncias protéicas, essenciais para a maturação sexual (Bateman 1972) e conseqüentemente dos óvulos.

Nas gaiolas de criação, observou-se ainda outros eventos em que machos sexualmente maduros tentavam copular com outros machos, mas separando-se rapidamente, ou ainda outros machos se sobrepondo sobre um macho em cópula com uma fêmea, formando um empilhamento de até três machos sobrepostos. Conforme Aluja et al (1999), nas horas de pico da atividade de acasalamento é comum machos tentarem se acasalar com outros machos, o que sugere não haver discriminação precoce por parte dos machos das parceiras em potencial (fêmeas maduras) para acasalamento.

Uma descrição da bioecologia de *A. fraterculus* relata que os machos tornam-se reprodutivos antes das fêmeas, sendo necessário cerca de cinco dias para os machos e sete dias para as fêmeas atingirem a aptidão reprodutiva (Salles 1995). Entretanto, Aluja et al (1999) fazem referência à maturidade sexual para fêmeas de algumas espécies, tais como *A. obliqua* (Macquart) (10-12 dias), *A. serpentina* (Wiedemann) e *A. suspensa* (Loew) (14 dias), *A. striata* (Schiner) (14-15 dias), *A. fraterculus* (17 dias), *A. pseudoparallela* (Loew) (18 dias), *A. sororcula* Zucchi (24 dias) e *A. bistrigata* Bezzi (26 dias). Comparando-se com esses dados, a idade de maturidade sexual de *A. alveata* está mais próxima a de *A. obliqua*. Da Cruz et al (2000), em revisão sobre biologia e desenvolvimento de moscas-das-frutas, constataram que, em condições naturais, o potencial reprodutivo de fêmeas de *A. obliqua* ocorre a partir dos seis dias de idade. Pela semelhança supracitada entre *A. alveata* e *A. obliqua*, presume-se que essa idade para *A. alveata* não seja diferente, até porque o curto período de frutificação de seu hospedeiro vem a ser um fator determinante para acelerar o comportamento reprodutivo da espécie.

Houve uma baixa porcentagem (25%) de acasalamento, uma vez que das 60 fêmeas de *A. alveata* expostas a machos, foi possível observar que apenas 15 acasalaram. O número de machos por fêmea apresentou correlação positiva, porém não significativa com o tempo de acasalamento ($r = 0,40$; $P = 0,12$) e com o número de ovos (fecundidade) ($r = 0,41$; $P = 0,17$), entretanto houve correlação negativa e não significativa com a longevidade ($r = - 0,08$; $P = 0,78$). A longevidade apresentou uma correlação negativa com o número de ovos ovipositados por *A. alveata*, e essa correlação não foi significativa ($r = - 0,44$; $P = 0,15$) (Tabela 2). Portanto, esses resultados informam que o número de machos que a fêmea foi submetida não interfere quanto ao tempo de duração da cópula, fecundidade e longevidade da fêmea. Assim sendo, independente da quantidade de machos, as fêmeas devem ter peculiaridades individuais dentro da espécie que determinam sua performance reprodutiva.

Anastrepha alveata revelou um ritmo diário de acasalamento crepuscular/noturno, com início em torno das 18 horas, estendendo-se até depois das 21 horas. Esse horário para início das atividades de acasalamento foi registrado para os tratamentos M1 e M2. No caso das gaiolas de criação, onde a densidade populacional era elevada, o horário de início das cópulas foi um pouco mais cedo e provavelmente a concorrência de muitos machos por acasalamento seja um fator indutor para este evento. O tempo médio de cópula variou entre $81,3 \pm 19,42$ minutos para o M1 (1 macho e 1 fêmea) e $118,4 \pm 8,14$ minutos para M2 (2 machos e 1 fêmea) (Tabela 2).

Tabela 2 - Tempo de acasalamento (minutos), fecundidade (número de ovos) e longevidade (dias) das fêmeas de *Anastrepha alveata* quando mantida com um ou dois machos/fêmea, em condições controladas (temperatura 27 ± 2 °C, UR 70 ± 5 % e fotoperíodo de 12 horas).

Parâmetros avaliados	M1 (1 macho/fêmea)*	M2 (2 machos/fêmea)*
Tempo de acasalamento (minutos)	81,3± 19,42	118,4±8,14
Fecundidade (número de ovos)	79,0±34,08	193,3±63,04
Longevidade (dias)	170,7±15,90	162,7±21,06

*Não houve diferença significativa, a 5% de probabilidade, pelo teste *t*.

O horário de acasalamento provavelmente segue padrões específicos para as espécies, *A. robusta* (Greene) e *A. fraterculus* nas quais a cópula é observada no início da manhã, já para outras espécies como *A. ludens*, *A. grandis* (Macquart) e *A. pseudoparallela* as atividades de acasalamento se restringem para o final da tarde (Aluja 1994, Salles 1995), ou seja, crepuscular como observado para *A. alveata*.

Não se registrou repetição de cópula quando uma fêmea foi submetida a dois machos (M2), e desta forma, não foi possível determinar se a fêmea copula com mais de um parceiro. No caso onde apenas um macho foi mantido com uma fêmea (M1), registrou-se mais de uma cópula para alguns casais. Semelhantemente foi constatado que *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. pseudoparallela* raramente se acasalam mais de uma vez e nunca mais de três vezes (Aluja et al 1999). Destaca-se que *A. ludens* acasala ao anoitecer, com duração que varia de 20 minutos a 3 horas, e ainda que casais mantidos em gaiolas se acasalam repetidamente em intervalos ao longo de suas vidas (Díaz-Fleischer & Aluja 1999).

Anastrepha alveata apresentou fecundidade média de $79 \pm 34,08$ para M1 e $193,3 \pm 63,04$ para M2 (Tabela 2), mas não caracterizou um padrão definido, pois observou-se fêmeas com uma carga de 18 (M1) e 507 (M2) ovos durante a vida (125 e 96 dias respectivamente). A fêmea (M1) mais longeva (237 dias) foi menos fecunda (78 ovos) que a fêmea (M2) menos

longeva (92 dias) que produziu 147 ovos. Para *A. fraterculus*, segundo estudo em laboratório, o número máximo de ovos depositados por fêmea foi de 612, com média ao redor de 400 ovos (Salles 1995).

Registrou-se para os machos uma longevidade média de $329,5 \pm 22,50$ dias e para as fêmeas de $308,5 \pm 4,50$ dias, sendo que o macho mais longevo sobreviveu 352 dias e a fêmea 313 dias. Aluja et al. (1999) constataram 431 dias de longevidade para um macho de *A. alveata* mantido em condições de laboratório. Com base nos dados, constatou-se que a longevidade de *A. alveata* é suficiente para alcançar o novo período de frutificação de seu hospedeiro natural, uma vez que a ameixeira silvestre inicia a floração (botões florais) em julho com maturação dos frutos de outubro a novembro. Isso caracteriza que *A. alveata* apresenta longevidade adaptada à fenologia de seu hospedeiro específico, sugerindo que a espécie possui mecanismos especiais de sobrevivência, que não é diapausa, uma vez que se manteve em atividades diárias nas gaiolas de criação. A diapausa é uma estratégia biológica, permitindo que as moscas-das-frutas sobrevivam longos períodos, quando os frutos hospedeiros são escassos ou não estão disponíveis, mas nunca foi documentada em *Anastrepha* (Aluja et al 1999, Aluja et al 1998). Todavia, para muitas espécies de outros gêneros de tefritídeos como *Carpomya*, *Rhagoletis* e *Zonosemata* a diapausa já foi comprovada (Prokopy & Papaj 1999).

Os resultados obtidos nesta pesquisa detalham informações a respeito de *A. alveata*, um tefritídeo de clima tropical, que apresenta comportamento reprodutivo univoltino e hábito alimentar monófago, cujo ciclo de vida e longevidade estão intimamente relacionados à fenologia de seu hospedeiro, a ameixeira silvestre *X. Americana*. Como tudo na natureza tem o seu valor na sustentabilidade da vida, o hospedeiro de *A. alveata* tem despertado o interesse das pesquisas farmacológicas, pela importância terapêutica que vem apresentando no tratamento de várias enfermidades e pelo seu uso nas comunidades rurais como recursos fitoterápicos contra inflamações e cicatrizações, além da utilização dos frutos como alimento. Entretanto, os dados aqui registrados são indicativos para que mais pesquisas sejam realizadas e obtenha-se maior compreensão sobre o controle racional de uma espécie monófaga neotropical de *Anastrepha*.

Agradecimentos

À Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Piauí, SEDUC-PI, pela concessão de afastamento do primeiro autor para o curso de Pós-Graduação (Doutorado) e à Universidade Federal do Piauí, UFPI, pelo apoio à presente pesquisa.

Referências

- Almeida MLB, Souza Freitas WE, Morais PLD, Sarmiento JDA, Alves RE (2016) Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana* L. Food Chem 192: 1078-1082.
- Aluja M (1994) Bionomics and management of *Anastrepha*. Annu Rev Entomol 39: 155-178.
- Aluja M, López M, Sivinski J (1998) Ecological evidence for diapause in four native and one exotic species of larval-pupal fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids tropical environments. Ann Entomol Soc America 91: 821-833.
- Aluja M, Mangan RL (2008) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. Annu Rev Entomol 53: 473-502.
- Aluja M, Piñero J, Jácome I, Díaz-Fleischer F, Sivinski J (1999) Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini), p. 375-406. In Aluja M, Norrbom AL (eds), Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. New York, CRC Press, 944p.
- Aluja M, Sivinski J, Van Driesche R, Anzures-Dadda A, Guillén L (2014) Pest management through tropical tree conservation. Biodivers Conserv 23: 831-853.
- Alvarenga CD, Alves DA, Silva MS, Lopes EN, Novais Lopes GN (2010) Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. Rev Caatinga 23: 25-31.
- Araujo EL, Lima FA, Zucchi RA (2000) Rio Grande do Norte, p. 223-226 In Malavasi A, Zucchi RA (eds), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Araújo AAR, Silva PRR, Querino RB, Silva EPS, Soares LL (2014) Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil. Semin Cienc Agrar 35: 1739-1750.
- Bateman MA (1972) The ecology of fruit flies. Annu Rev Entomol 17: 493-518.
- Brasileiro MT, Egito AA, Lima JR, Randau KP, Pereira GC, Neto PJR (2008) *Ximenia americana* L.: botânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. Rev Bras Farm 39: 164-167.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (2011). Disponível em: http://www.cepro.pi.gov.br/download/201106/CEPR21_54d89dde55.pdf. Acesso em: 06 fev. 2017.
- Da Cruz IBM, Nascimento JC, Taufer M, Oliveira AK (2000) Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento, p. 55-66 In Malavasi A, Zucchi RA (eds), Moscas-das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Díaz-Fleischer F, Aluja M (1999) Behavior of tephrit flies: a historical perspective. p. 39-69 In Aluja M, Norrbom A (eds), Fruit flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. New York, CRC Press, 944p.
- Fernandez A, Bezerra P (1990) Estudo fitogeografico do Brasil. Fortaleza, Stylus comunicações, 205p.
- Holanda MJA (2012) Diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Caxias e no Parque Estadual do Mirador, Maranhão, Brasil. 2012. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 84p.

- Martins DS, Uramoto K, Malavasi A (2000) Espírito Santo, p. 253-258 In Malavasi A, Zucchi RA (eds), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Norrbom AL, Castillo-Meza AL, García-Chávez H, Aluja M, Rull J (2014) A new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from *Euphorbia tehuacana* (Euphorbiaceae) in Mexico. *Zootaxa* 3780: 567- 576.
- Norrbom AL, Korytkowski CA (2011) New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* 2740: 1-23. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Allen_Norrbom/publication/228835154/> Acesso em 03 jan 2017.
- Olabissi OAF, Moussa O, Moustapha O, Edgard ZF, Marius L, Pierre GI (2011) Acute toxicity and anti-inflammatory activity of aqueous ethanol extract of root bark of *Ximenia americana* L. (Olacaceae). *Afr J Pharm Pharmacol* 5: 806-811.
- Piedra E, Zuniga A, Aluja M. (1993) New host plant and parasitoid record in Mexico for *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae). *Proc Entomol Soc Wash, USA*.
- Procopy RJ, Papaj DR (1999) Behavior of flies of the genera: *Rhagoletis*, *Zonosemata*, and *Carpomya* (Trypetinae: Carpomyina), p. 219-252 In Aluja M, Norrbom AL (eds), Fruit flies (Diptera: Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. New York, CRC Press, 944p.
- Sacande M, Vautier H (2006) *Ximenia americana* L. Seed Leaflet 112: 1-2.
- Salles LAB (1995) Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas: EMBRAPA-CPACT. 54 p.
- Selivon D (2000) Relações com as plantas hospedeiras, p. 87-91. In Malavasi A, Zucchi R A (eds), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Sivinski J, Aluja M, Lopez M (1997) Spatial distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. *Ann Entomol Soc Am* 90: 604-618.
- Steyskal GC (1977) Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Washington, The Entomological Society of Washington. 35p.
- Uramoto K (2007) Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares comerciais de papaia e em áreas remanescentes da Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo. 2007. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 105p.
- Zucchi RA (2008) Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 10 Abr. 2017.

APÊNDICES

Apêndice A – Quadros demonstrativos de levantamentos de dados da pesquisa, referentes ao capítulo 2

Armadilhas	Latitude (S) e Longitude (W)
ARM-1	S 05°53'15,3" - W 42°43'28,3"
ARM-2	S 05°53'16" - W 042°43'28,4"
ARM-3	S 05°53'16,4" - W 042°43'28,8
ARM-4	S 05°53'16,9 - W 042°43'29,3
ARM-5	S 05°53'17,9" - W 42°43'28,9"
ARM-6	S 05°53'19,7" - W 42°43'25,1"
ARM-7	S 05°53'15,9" - W 42°43'29,3"
ARM-8	S 05°53'16,8" - W 42°43'28,1"
ARM-9	S 05°53'17,9" - W 42°43'26,7"
ARM-10	S 05°53'18,4" - W 42°43'25,2"
ARM-11	S 05°53'17,7" - W 42°43'22,7"
ARM-12	S 05°53'14,2" - W 42°43'22,6"
ARM-13	S 05°53'11,5" - W 42°43'28,1"

Quadro 1 - Pontos de localização georrefenciados das armadilhas McPhail distribuídas na área, no Sítio das Palmeira, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a dez./2017).

Famílias/Espécies Procedência (N/E)**	Nomes vernáculos	Amostras Nº coletas (mês/ano da coleta)	Frutos Nº (g)
Anacardiaceae			
<i>Mangifera indica</i> L. (E)	manga	01 (dez./16)	10 (1.226)
<i>Spondias purpurea</i> L. (E)	ceriguela*	08 (jan./15; mar./15; dez./16; abr./16; maio/16; jun./16)	308 (2.438)
<i>Spondias</i> sp. (N)	umbu-cajá*	04 (jan./17; fev./17)	163 (1.114)
Annonaceae			
<i>Annona crassiflora</i> Mart (N)	araticum-do- cerrado	02 (abr./15)	02 (1.810)
Arecaceae			
<i>Mauritia flexuosa</i> Mart. (N)	buriti, miriti, muriti	02 (out./16)	80 (716)
Boraginaceae			
<i>Cordia rufescens</i> A. DC. (N)	grão-de-galo	02 (abr./17; maio/17)	15 (426)
Bromeliaceae			
<i>Bromelia pinguin</i> L.	croatá, gravatá,	01 (jul./17)	30 (156)
Cochlospermaceae			
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng (N)	algodão-bravo	02 (jul./17; ago./17)	23 (360)
Cactaceae			
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	03 (abr./16; jan./17; fev./17)	09 (858)
Chrysobalanaceae			
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook.f.) Prance	bosta-de-cabra	05 (abr./16; maio/16; out./16; mar./17; maio/17)	130 (195)
Clusiaceae			
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana	bacupari	07 (abr./16; maio/16; out./16; nov./16)	238 (1.463)
Euphorbiaceae			
<i>Ephedranthus pisocarpus</i> R.E. Fr. (N)	cundururu	04 (jan./15; mar./15; maio/16; ago./17)	66 (121)
<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur (N)	cansanção- branco	01 (mar./2017)	06 (23)
<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & Hoffman (N)	maniçoba,	08 (abr./16; dez./16; jan./17; fev./17; mar./17)	205 (4.580)
Fabaceae			
<i>Tamarindus indica</i> L. (E)	tamarindo	01 (ago./17)	14 (142)
Malpighiaceae			
<i>Malpighia emarginata</i> DC. (E)	acerola, cereja- das-antilhas	03 (abr./16; fev./17)	62 (305)
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich. (N)	murici verdadeiro	03 (mar./15; fev./17)	58 (100,3)
Melastomataceae			
<i>Mouriri pusa</i> Gardner (N)	puçá, puçá-preta,	01 (jan./17)	30 (266)
<i>Clidemia spicata</i> DC. (N)	remela-de-velho	03 (abr./16; maio/17; jun./16)	119 (195)

Famílias/Espécies Procedência (N/E)**	Nomes vernáculos	Amostras Nº coletas (mês/ano da coleta)	Frutos Nº (g)
Myrtaceae			
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg (N)	guabiraba	04 (jan./15; mar./17)	542 (1.330,8)
<i>Eugenia uniflora</i> L. (N)	pitanga	01 (jan./15)	09 (35)
Opiliaceae			
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f. (N)	pau-marfim, imbu-de-anta	02 (nov./2016)	148 (1.205)
Olacaceae			
<i>Ximenia americana</i> L. (N)	ameixa silvestre, ameixa-do- mato*	12 (nov./15; dez./15; out./16; nov./16; dez./16)	2.941 (11,462)
Passifloraceae			
<i>Passiflora laurifolia</i> . (N)	maracujá-do- mato	02 (abr./16; mar./17)	05 (88)
Rubiaceae			
<i>Alibertia edulis</i> (L. Rich) A. Rich (N)	marmelo-do- cerrado	05 (abr./17; jun./17; jul./17; ago./17)	50 (899)
Solanaceae			
<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. (N)	loubeira, jurubeba	02 (maio/16)	16 (1.340)
Vochysiaceae			
<i>Quelea parviflora</i> Mart. (N)	pau-terra	02 (jul./17; ago./17)	13 (800)

*Espécies que apresentaram infestação de moscas-das-frutas. **Procedência (N) nativa, (E) exótica.

Quadro 2 - Espécies de plantas amostradas em coletas realizadas no Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí, PI (nov./2014 a set./2017).

Apêndice B – Tabela demonstrativa de dados da pesquisa, referente ao capítulo 3

Tabela 1 - Idade em dias da maturidade sexual de *Anastrepha alveata*, observada no tratamento M2, determinada a partir da data de emergência (16-12-2016), em condições controladas de laboratório (temperatura 27 ± 2 °C, UR 70 ± 5 % e fotoperíodo de 12 horas).

Tratamento M2	Maturidade (data) Macho*	Maturidade (data) Fêmea**	Maturidade (dias) Macho/Fêmea
G4 (♂2)	22-12-16	24-12-16	06/08
G7 (♂1)	23-12-16	28-12-16	07/12
G11 (♂1)	21-12-16	26-12-16	05/10
G13 (♂1)	22-12-16	26-12-16	06/10
G14 (♂2)	21-12-16	24-12-16	05/08
G15 (♂2)	23-12-16	28-12-16	07/12
G22 (♂2)	22-12-16	29-12-16	06/13
G25 (♂1)	21-12-16	29-12-16	05/13
G27 (♂1)	21-12-16	24-12-16	05/08
G30 (♂1)	22-12-16	26-12-16	06/10
Média	-	-	5,8±0,24/10,4±0,63

*Observação protrusão glândulas abdominais; **Observação primeira cópula.

Apêndice C – Figuras ilustrativas do desenvolvimento da pesquisa, referentes aos capítulos 2 e 3

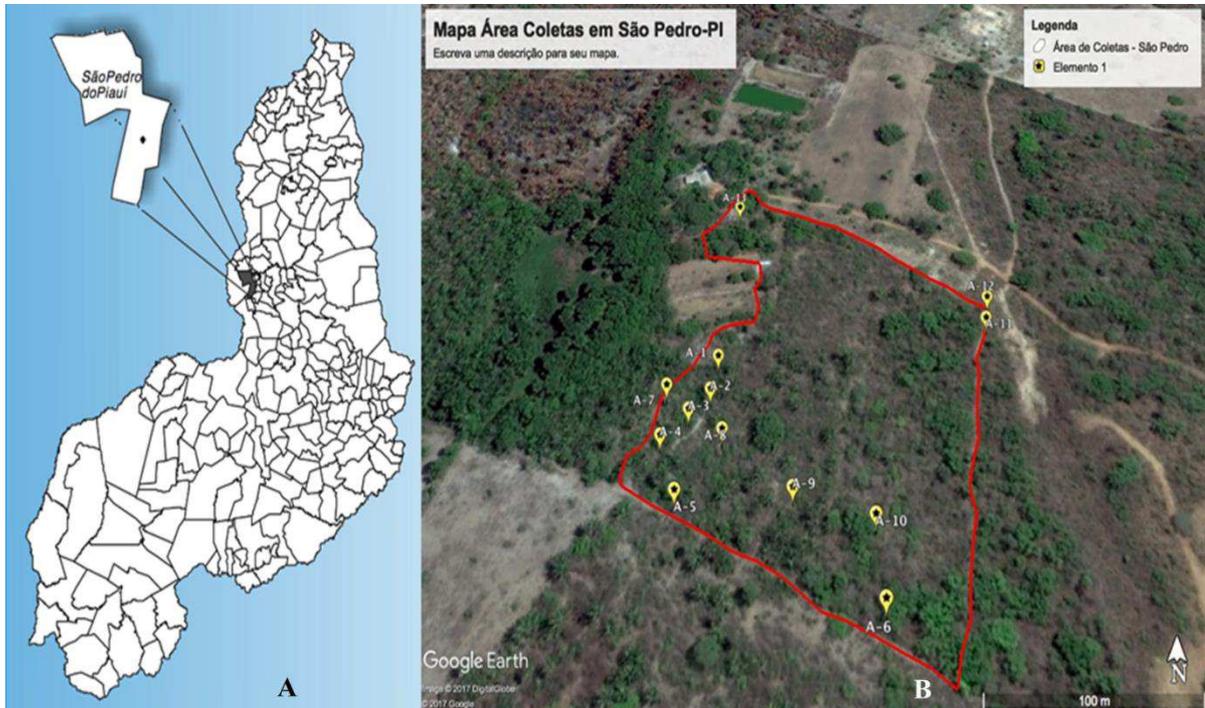


Figura 1 - Localização do município de São Pedro do Piauí, PI (AGUIAR, 2004) (A); Vista aérea da área de coletas e localização georreferenciada das armadilhas McPhail instaladas em plantas de ameixeira silvestre *Ximenia americana*, Sítio das Palmeiras, município de São Pedro do Piauí (GOOGLE EARTH) (B).

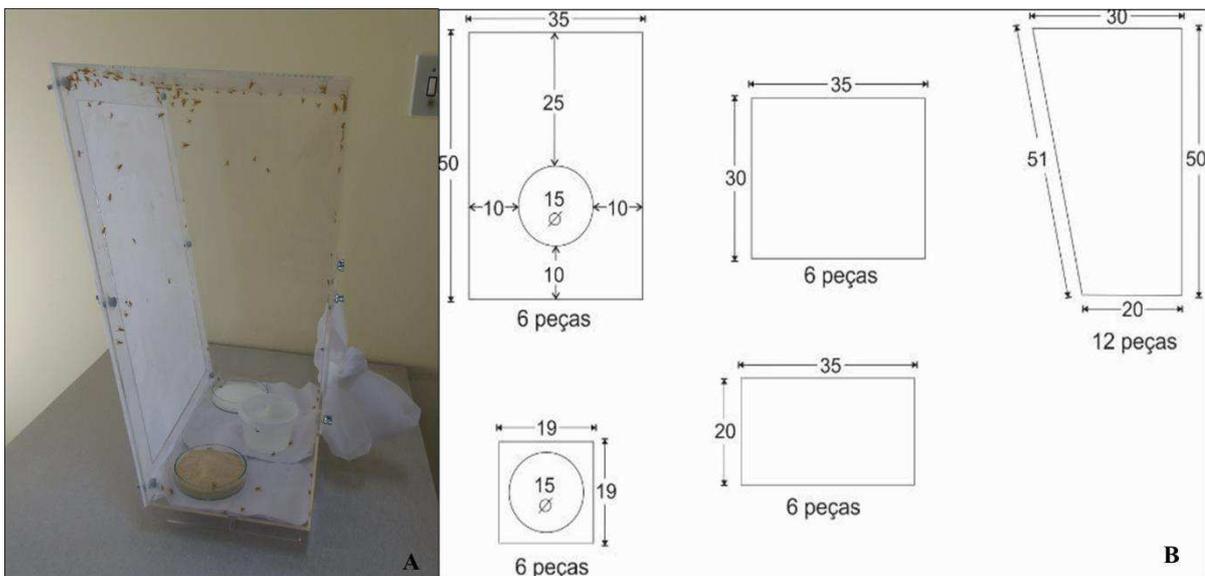


Figura 2 - Gaiola de acrílico para criação de *Anastrepha alveata* (A); Dimensões da gaiola (B).



Figura 3 - Ameixeira silvestre *Ximenia americana*: Floração (A); Botões florais (B); Frutificação (C); Bandejas com frutos coletados (D).



Figura 4 - Armadilhas McPhail em planta de *Ximenia americana* (A); Atrativo alimentar a base de proteína hidrolisada de milho (B); Bandeja com material capturado nas armadilhas para triagem (C).

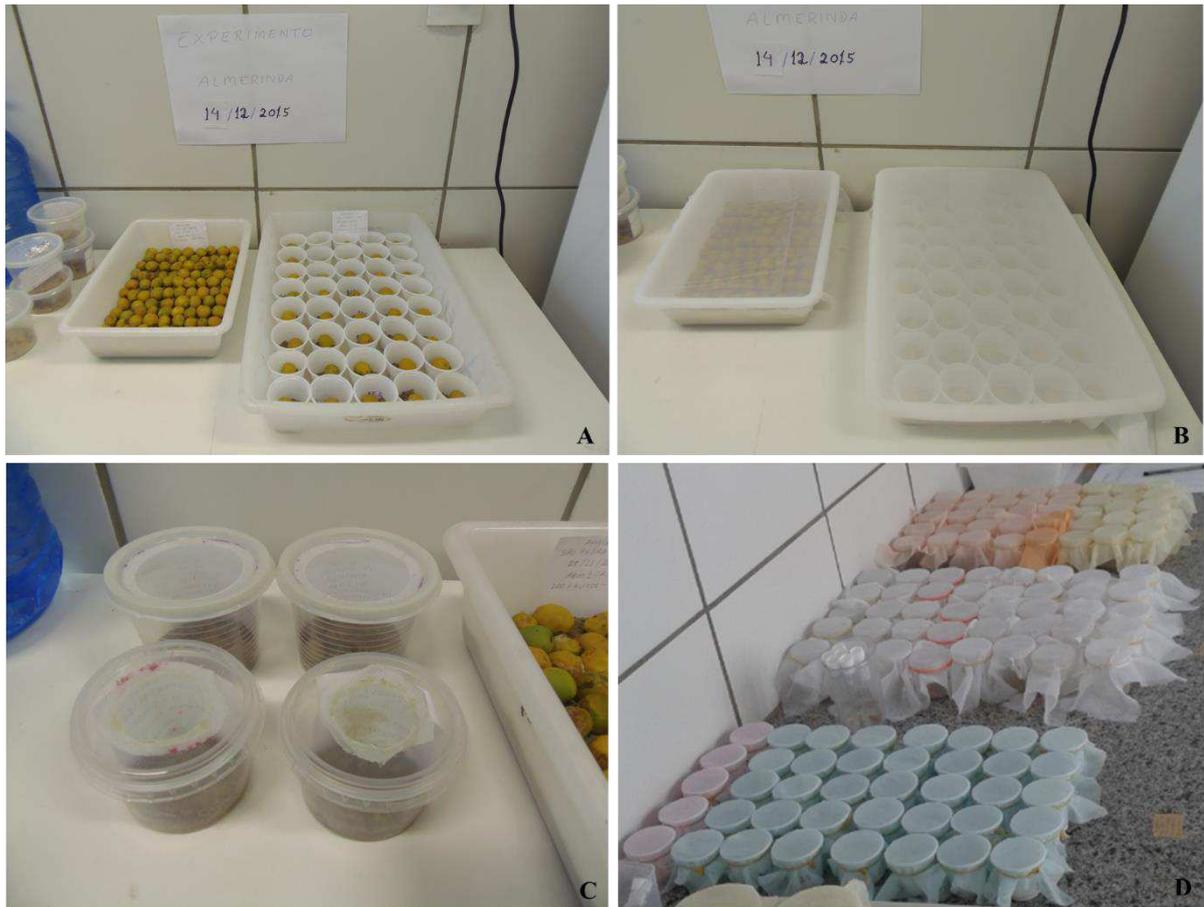


Figura 5 - Experimentos para obtenção de adultos de *Anastrepha alveata* criados em frutos de *Ximenia americana*: amostragens com frutos agrupados e individualizados (A e B); Pupários acondicionados para emergência de adultos (C); Pupários individualizados para determinação período de pupa (D).



Figura 6 - Estágios de desenvolvimento de *Anastrepha alveata*: ovos (A); Larvas (B); Pupas (C).



Figura 7 - Criação de *Anastrepha alveata*: modelos de gaiolas de criação (A); Criação para observação de acasalamento e longevidade (B e C); Tratamentos M1 (1 macho e 1 fêmea) e M2 (2 machos e 1 fêmea) (D).



Figura 8 - Adultos de *Anastrepha alveata*: fêmea (A); Macho (B); Macho com protrusão das glândulas pleurais abdominais (C); Fêmea com arrastro do ovipositor (D); Comportamento de corte do macho (E); Casais em cópula (F).

